

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการย่อยที่ 1 การพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า
สำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะ รักษ์ศิริ และคณะ

31 ธันวาคม 2560

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการย่อยที่ 1 การพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า
สำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ

คณะผู้วิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะ รักษศิริ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวลิต มณีศรี

สังกัด

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ชุดโครงการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช. สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

แนวทางการพัฒนาสู่การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบในประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนตาม AEC Blue Print รวมถึงนโยบายเร่งด่วนของรัฐบาลในการพัฒนาระบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ โดยเฉพาะการลดสัดส่วนจากการขนส่งทางถนนที่มีถึงร้อยละ 90 สู่ระบบทางรางที่มีต้นทุนถูกกว่าถึง 1.17 บาทต่อตัน-กิโลเมตร ให้มีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันทางธุรกิจในตลาดการค้าอาเซียนและตลาดโลก รวมถึงการลดต้นทุนทางด้านโลจิสติกส์นั้น เนื่องจากการขนส่งสินค้าทางกายภาพนั้น จัดเป็นกิจกรรมโลจิสติกส์ที่ใช้ทรัพยากรมากที่สุด การพัฒนารูปแบบการขนส่งสินค้าต่อเนื่องหลายรูปแบบ หรือ “Multi-modal Transportation”

ส่วนสำคัญของระบบการขนส่งสินค้าต่อเนื่องหลายรูปแบบ คือ กระบวนการและอุปกรณ์ในการขนถ่ายสินค้าระหว่างสถานี ทำให้มีต้นทุนค่าดำเนินการหรือค่าเสียหายที่เพิ่มขึ้นจากการถ่ายหรือขนย้ายสินค้าไม่ว่าจะเป็นกรณีของสถานีต้นทาง หรือสถานีปลายทาง หากมีกระบวนการจัดการ หรือการใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดต้นทุนแฝงที่มหาศาล จนทำให้ไม่คุ้มค่ากับการลงทุนในธุรกิจการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบนี้ และไม่อาจสร้างแรงจูงใจในการดำเนินธุรกิจของภาคเอกชน ที่จะมาร่วมลงทุนทั้งในส่วนของการสร้างพื้นฐาน อุปกรณ์และเทคโนโลยี รวมทั้งการดำเนินงานต่างๆ ของธุรกิจนี้ ซึ่งสามารถพิจารณาได้ในหลายมิติที่เกี่ยวข้อง ส่วนหนึ่งที่สำคัญ ได้แก่ ตู้บรรจุสินค้าที่เหมาะสมสำหรับสินค้าที่ใช้ในการขนถ่ายเพื่อลดการใช้แรงงาน และมีอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการจัดเก็บสินค้า (Unit load) ที่มีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักสินค้า ลดแรงกระแทก และแรงสั่นสะเทือนระหว่างการขนส่งทางราง อันนำมาซึ่งการลดการแตกหักเสียหายของสินค้าให้เหลือน้อยที่สุด จึงเป็นที่มาของโครงการย่อยนี้ ที่ต้องการพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าระหว่างสถานีรถไฟ ซึ่งจากสถิติของกระทรวงคมนาคมนั้น การขนส่งสินค้าทางรางมีสัดส่วนที่ลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญ ด้วยระบบโครงสร้างพื้นฐาน อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า และระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ยังไม่เอื้ออำนวยต่อระบบการขนส่งทางราง ดังนั้นผู้ประกอบการอุตสาหกรรมซึ่งเป็นผู้ให้บริการภาคขนส่งและโลจิสติกส์จึงมองข้ามการขนส่งทางรางไป ซึ่งในความเป็นจริงแล้วอาจเป็นทางเลือกในการลดต้นทุนให้แก่ผู้ประกอบการได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่การพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายให้มีประสิทธิภาพในการรับน้ำหนัก และแรงสั่นสะเทือน ทั้งนี้เพื่อป้องกันสินค้าเสียหายจากการขนส่งอันนำมาซึ่งการลดต้นทุนโลจิสติกส์ การดำเนินการด้วยระบบการขนส่งทางรางนั้น เป็นลักษณะของการขนส่งแบบพอร์ตต่อพอร์ต (Port2Port) ซึ่งใช้การขนส่งด้วยรถบรรทุกเป็นโหมดของการกระจายสินค้าจากคลังสินค้าต้นทางไปยังสถานีขนส่งสินค้าของการรถไฟ และกระจายสินค้าจากสถานีรถไฟปลายทางเพื่อกระจายสินค้าไปยังผู้รับ ตามสถานที่ต่างๆ ในแต่ละอำเภอต่อไป โดยการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายนอกเหนือจากคุณสมบัติที่ต้องการข้างต้นแล้ว ยังต้องอยู่บนพื้นฐานของมุมมองด้านประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ ความต้องการของผู้ใช้งานและความเป็นมาตรฐานที่สามารถใช้งานร่วมกันระหว่างโหมดขนส่ง ซึ่งขอบเขตของอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าใช้งานร่วมกับตู้คอนเทนเนอร์ขนาดมาตรฐาน (ISO Container) 20 ฟุต และพาเลทขนาดมาตรฐาน 1.00 x 1.20 เมตร

การพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ซึ่งมีผลการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. **การศึกษาสภาพปัจจุบันของอุปกรณ์ขนถ่ายและลักษณะสินค้า** จากการศึกษาดูงานสภาพการดำเนินงานในปัจจุบันของหน่วยร่วมและหน่วยงานที่ขอความร่วมมือ เช่น สมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย (TTLA) บริษัท JR Freight (JRF) และ บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด ในด้านอุปกรณ์ขนถ่ายและลักษณะสินค้า ตลอดจนโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้า พบว่ามีการใช้งานอุปกรณ์ที่หลากหลาย เช่น พาเลท (Pallet) รถยก (Forklift) รถยกลากพาเลท (Hand lift) กรงมีล้อ (Cage) กล่องพลาสติกเล็ก-ใหญ่ พาเลทตาข่าย (Mesh pallet) ตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 12 ฟุต (ญี่ปุ่น) และ 20 ฟุต (ไทย) รถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ (แบบคอก) รถบรรทุก 10 ล้อ (แบบตู้) รถบรรทุกพร้อม Tail lift ซึ่งสินค้าส่วนใหญ่เป็นสินค้าอุปโภคบริโภค

2. **การพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า** การดำเนินงานพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าอยู่ในส่วนของการปรับแก้แบบก่อนที่จะมีการผลิตจริงเป็นจำนวนหลายชิ้น เพื่อใช้งานเต็มระบบทั้งการขนส่งทางบกและทางราง เริ่มตั้งแต่การกำหนดกรอบแนวคิดการออกแบบ โดยการประชุมกลุ่มย่อยร่วมกับสมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย ซึ่งใช้หลักการเสียงเรียกร้องของลูกค้า (Voice of customer: VOC) พบว่าต้องการให้อุปกรณ์ขนถ่ายที่พัฒนาขึ้นสามารถรองรับน้ำหนักได้ 1.2 ton มีขนาดใกล้เคียงกับขนาดพาเลทมาตรฐาน 1.00 x 1.20 เมตร มีความสะดวกในการยกขนและค้ำค่าในการขนส่งแต่ละเที่ยว และใช้งานกับตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุตได้ การเก็บข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น แรงสั่นสะเทือนที่เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งผลต่อการคงสภาพของสินค้านำระหว่างการขนส่ง ในโหมดการขนส่งทางบกด้วยรถบรรทุก ด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Vibration data logger ยี่ห้อ EXTECH รุ่น VB300 ใน 3 เส้นทาง คือ กรุงเทพฯ-เชียงใหม่ กรุงเทพฯ-หาดใหญ่ และกรุงเทพฯ-เลย เป็นต้น รวมถึงข้อมูลปัจจัยด้านรูปแบบการจัดเรียงและภาระที่กระทำต่ออุปกรณ์ขนถ่ายด้วย จากข้อมูลใน 2 ขั้นตอนแรก ต่อเนื่องมาสู่ขั้นตอนการออกแบบต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่าย ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของข้อจำกัดของการขนส่งด้วยตู้คอนเทนเนอร์ที่มีมิติภายในตู้คอนเทนเนอร์รวมถึงออกแบบให้มีขนาดภายนอกอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างการขนส่งทางถนน และการขนส่งทางรางที่เป็นมาตรฐาน โดยเลือกอุปกรณ์ขนถ่ายชนิด Mesh pallet ให้มีขนาดเทียบเท่ากับ Pallet 100 x 120 cm. สูง 115 cm. เมื่อวางซ้อน 2 ชั้นจะสูง 220 cm. และวางชั้นละ 10 ชุด รวม 20 ชุดต่อตู้คอนเทนเนอร์มาตรฐาน 20 ฟุต ทำให้สามารถใช้ประสิทธิภาพของความจุได้ถึงร้อยละ 84.74% และอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสามารถพับเก็บและวางซ้อนได้เมื่อไม่มีการบรรทุกสินค้าทำให้สะดวกต่อการขนส่งกรณีเที่ยวเปล่า

การสร้างต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายเพื่อให้ผู้มีส่วนได้เสียได้เห็นตัวแบบและวิพากษ์ โดยส่งแบบให้ผู้ผลิตดำเนินการผลิตต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่าย ซึ่งใช้เวลา 1 สัปดาห์ในการผลิตต้นแบบ 2 ชุด เพื่อนำต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายดังกล่าวมาให้สมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทยและการรถไฟแห่งประเทศไทยวิพากษ์ในประเด็นคุณลักษณะภายนอก ความสะดวกในการใช้งาน และความสามารถในการจัดเรียงสินค้า เป็นต้น ซึ่งมีประเด็นที่ขอให้ปรับปรุง เช่น ปรับขนาดคานเหล็กด้านล่างให้สามารถสอดขาของ Hand lift ได้ ปรับความลึกของเบ้ารับเสาเพื่อให้ซ้อนได้สูง 220 cm. ตามเป้าหมายเดิม ปรับขนาดเบ้ารับเสา เปลี่ยนตะแกรงด้านข้างเป็น

เหล็กสานโครง และลดขนาดเสาทั้ง 4 ต้น สุดท้ายต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายได้มีการสร้างเพิ่มอีก 2 ชุดตามคำแนะนำในการปรับปรุง เพื่อทดสอบคุณสมบัติเกี่ยวกับการใช้งานต่อไป

3. **การทดสอบคุณสมบัติ** ต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายผ่านการทดสอบคุณสมบัติที่อ้างอิงมาตรฐานสากลต่างๆ ได้แก่ การทดสอบการรับน้ำหนักและการเรียงตัวเทียบเคียงมาตรฐาน ISO2234 โดยการวางน้ำหนัก 1.2 ton บนอุปกรณ์ขนถ่ายพร้อมยกวางซ้อนกันทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้าง (แอ่นตัว หัก งอ) ของเสารับน้ำหนัก และคานรองรับ ส่วนขนาดจากการตรวจวัดความสูงของเสา 4 ต้นและการตรวจวัดความยาวของพื้นรับน้ำหนักทั้ง 4 ด้าน มีความคลาดเคลื่อนของขนาดในระดับมิลลิเมตร 1-2 mm ซึ่งอาจเกิดจากการวัด การทดสอบปล่อยตกอิสระเทียบเคียงมาตรฐาน ASTM D5276-98 หรือตามมาตรฐาน ISTA 3A ทำการทดสอบโดยปล่อยอุปกรณ์ขนถ่ายจากระดับความสูงใช้งาน 2.5 m ซึ่งวัดระยะจากพื้นถึงพื้นรับน้ำหนัก พบว่า ไม่ส่งผลกระทบต่อพื้นรับน้ำหนักที่เป็นเป้าหมายของการทดสอบ อย่างไรก็ตามชิ้นส่วนประกอบอื่นถูกแรงกระทำจากการตกกระทบพื้น และแรงกระทำของโซ่คล้องทำให้เกิดความเสียหายได้ โดยมีความเสียหายหรือการไม่อยู่ในสภาพปกติเกิดขึ้นกับตะขอคล้องด้านหลังซึ่งหลุดจากสลัก บานพับด้านหลังบริเวณพื้นรับน้ำหนักมีการบิดงอ และร่องสำหรับล้อคเสามีการฉีกบานออก ซึ่งเสนอให้มีการแก้ไขตะขอมีร่องลึกมากขึ้น ปรับตำแหน่งบานพับด้านหลังให้มีขนาดใหญ่ เปลี่ยนจุดเชื่อมจากเดิมที่เชื่อมบานพับกับพื้นรับน้ำหนักเป็นบานพับกับคานรับน้ำหนักแทน และปรับขนาดและตำแหน่งร่องล้อคเสาให้อยู่ตรงกลางของพื้นที่รับแรง ภายหลังการทดสอบได้นำต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายมาทดสอบการรับน้ำหนักและการเรียงตัวอีกครั้งด้วยการวางน้ำหนัก 1.2 ton ต่อชุดพร้อมวางซ้อน 2 ชั้น และทิ้งไว้ 30 นาที ซึ่งพบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้าง (แอ่นตัว หัก งอ) ของเสารับน้ำหนัก และคานรองรับ

การทดสอบองศาการล้ม โดยอุปกรณ์ขนถ่ายเมื่อวางซ้อนและบรรจุสินค้า มีจุดศูนย์ถ่วงที่เพียงพอที่จะทำให้รักษาสภาพไว้ได้จนไม่เกิดการล้มหรือพลิก ทั้งโอกาสที่เกิดจากการทำงานปกติ และโอกาสที่เกิดจากการทำงานผิดพลาด โดยมีการทดสอบโดยปรับองศาของรถยกให้มีมุมสูงสุด 6 องศา ของการทำงานตามปกติ และมุมเทที่ 14 องศา ที่อาจเกิดจากความผิดพลาดในการทำงานขึ้น ซึ่งพบว่าต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายที่มีการซ้อน 2 ชั้นไม่ล้มหรือพลิกลง และการทดสอบความต้านแรงสั่นสะเทือนเทียบเคียงมาตรฐาน ASTM D999-07 แรงสั่นสะเทือนของการขนส่งพร้อมภาระน้ำหนักของสินค้าที่กระทำต่ออุปกรณ์ขนถ่ายฯ เป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ขนถ่ายฯ เป็นระยะเวลาสั้นเช่นเดียวกับการรับน้ำหนักและการเรียงตัว การทดสอบในขั้นตอนนี้จะทำการจำลองสถานการณ์ด้วยการป้อนค่าคุณลักษณะของอุปกรณ์ขนถ่าย และป้อนค่าแรงกระทำรูปแบบต่างๆ ในโปรแกรม Solidworks ซึ่งพบว่า ผลการวิเคราะห์พบว่าความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าเพียง $2.84 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ ซึ่งเมื่อเทียบกับค่า Yield Strength ของวัสดุซึ่งอยู่ที่ประมาณ $250 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ และในส่วนการเสียรูปของชิ้นงานพบว่าค่าความเคลื่อนตัวสูงสุดมีค่าเท่ากับ $9.13 \times 10^{-4} \text{ m}$ (0.091mm) จึงสรุปได้ว่าชิ้นงานสามารถรับภาระแรงได้ โดยเมื่อผ่านการทดสอบคุณสมบัติข้างต้นแล้วอุปกรณ์ขนถ่ายจะถูกผลิตรวม 20 ชุด เพื่อนำไปทดลองใช้งานจริงต่อไป

4. **การทดลองใช้งาน** เป็นการวิ่งทดสอบการใช้งานจริงของอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าในเส้นทาง สถานีขนส่งสินค้าพุทธมณฑลสาย 5 – สถานีรถไฟศรีราชา (ชลบุรี) – สถานีหนองตะไก่ (อุดรธานี) – ศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดเลย โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ การขึ้นสินค้ากับรถบรรทุก การถ่ายสินค้าจากรถบรรทุกสู่ตู้คอนเทนเนอร์บนแคร่รถไฟ การเดินทางของขบวนรถไฟ การตรวจสอบสภาพเบื้องต้นและเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ และการลงสินค้าปลายทาง โดยดำเนินการเปรียบเทียบกับกรณีขนส่งในรูปแบบเดิม ซึ่งสรุปข้อมูลสำคัญจากการทดสอบ คือ **เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน** ทั้ง 2 วิธีใช้เวลาในการจัดสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์ใกล้เคียงกันที่ 60 นาที เนื่องจากการขนถ่ายด้วยอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ยังไม่มีความชำนาญเหมือนระบบเดิม รวมถึงรูปแบบการขึ้นสินค้าเป็นการขึ้นสินค้าบนขบวนรถไฟ และขึ้นจากข้างตู้ ซึ่งทำให้ใช้เวลามากกว่าการขึ้นสินค้าบนพื้นราบทั่วไปจากท้ายตู้ตามที่ได้ออกแบบไว้ **ปริมาณสินค้าที่ขนส่งได้ต่อเที่ยว** สินค้าที่ขนส่งด้วยอุปกรณ์ขนถ่ายฯ สามารถขนส่งได้ด้วยน้ำหนักมากกว่าการจัดเรียงตามแบบเดิมตั้ง คือ 12 ตัน และ 6 ตันตามลำดับ อย่างไรก็ตามยังไม่ใช่น้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่ได้ออกแบบไว้ และการขึ้นสินค้าจากข้างตู้ทำให้บรรจุอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ได้เพียง 18 ชุดจากที่ได้ออกแบบได้ 20 ชุด **สภาพอุปกรณ์ขนถ่ายหลังผ่านการใช้งาน** ภายหลังจากเปิดตู้ที่สถานีหนองตะไก่ ไม่พบความเสียหายของอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ซึ่งหากมีความเสียหายน่าจะเกิดจากการใช้งานไม่ถูกวิธีหรืออุบัติเหตุจากการใช้งาน และการป้องกันสินค้า อุปกรณ์ขนถ่ายฯ สามารถป้องกันความเสียหายของสินค้าได้เกือบ 100% ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้น มีสาเหตุมาจากวิธีการจัดเรียงสินค้าที่นำสินค้าที่มีน้ำหนักมากไว้ข้างบนทำให้มีการยุบตัวของสินค้า

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า อุปกรณ์ขนถ่ายที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติตามที่ต้องการและผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากล หรือการเทียบเคียงมาตรฐาน อย่างไรก็ตามการออกแบบค่อนข้างที่จะเพื่อความสามารถของอุปกรณ์เกินระดับการใช้งาน ทำให้น้ำหนักของอุปกรณ์ค่อนข้างที่จะมีน้ำหนักและต้องพึ่งพาอุปกรณ์ขนถ่ายอื่นในการจัดเก็บ (เมื่อไม่ใช้งาน) ไม่สามารถใช้แรงงานยกขนเพื่อเก็บได้ สุดท้ายส่งผลต่อราคาของอุปกรณ์ที่สูงขึ้นตามคุณลักษณะและปริมาณวัตถุดิบที่ใช้สร้างอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ขึ้น ส่วนทางด้านการทดลองใช้งานดังรายละเอียดก่อนหน้านี้ อาจจะยังไม่สามารถสรุปภาพรวมได้ทั้งหมด เนื่องจากความชำนาญในการใช้งานของพนักงานในการใช้งานเพียงครั้งแรกจำนวน 18 ชุด น้ำหนักบรรทุกสินค้าที่ไม่บรรทุกเต็มความสามารถโดยบรรทุกเพียงร้อยละ 60 ของความสามารถสูงสุด และสุดท้ายวิธีการขึ้นสินค้าที่ไม่ตรงการออกแบบ ซึ่งออกแบบให้บรรจุอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ในตู้คอนเทนเนอร์ที่วางบนพื้นระนาบ เมื่อบรรทุกจนเต็มจึงทำการยกตู้คอนเทนเนอร์ด้วย Reach Stacker วางบนแคร่ของขบวนรถไฟ นอกจากนี้การขนส่งในการทดลองใช้งานนี้ ยังไม่พบกับอุบัติเหตุ หรือเหตุฉุกเฉินที่ทำให้เกิดแรงกระทำตามสภาพการใช้งานจริง ดังนั้นผลสรุปการใช้งานบางประเด็นอาจอยู่บนพื้นฐานของการคาดการณ์ เช่น อายุการใช้งาน เวลาในการปฏิบัติงาน น้ำหนักบรรทุก และความสามารถในการรักษาสภาพสินค้า เป็นต้น หากสรุปจากข้อมูลข้างต้น การใช้อุปกรณ์ขนถ่ายฯ แทนรูปแบบการขนส่งแบบเดิมจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ได้

ในอนาคตการพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายฯ อาจนำเทคนิคด้านวิศวกรรมคุณค่า (value engineering: VE) และเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (quality function deployment: QFD) มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายฯ อย่างเต็มรูปแบบต่อไป เพื่อลดน้ำหนักโดยคงไว้ซึ่งคุณสมบัติการใช้

งาน เพิ่มความคุ้มค่าของการใช้งานรวมถึงการประเมินราคาใหม่จากผู้ผลิตหลายราย สำหรับการพัฒนาด้านการปฏิบัติงานนั้นอาจกำหนดวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานในการขึ้น-ลงสินค้า (Work Instruction: WI) ที่ควรระบุกำลังคน อุปกรณ์ที่ใช้งาน และวิธีในการขึ้น-ลงสินค้าที่ชัดเจน โดยควรบรรจุสินค้าเข้าสู่ตู้คอนเทนเนอร์ที่ลานก่อนนำขึ้นบนแคร่ ใช้ Reach Stacker ในการยกตู้สินค้าทั้งกระบวนการขึ้นและลงสินค้า รวมไปถึงดำเนินการทดลองซ้ำและเพิ่มภาระบรรทุกให้ใกล้เคียงกับเป้าหมายในการออกแบบและใช้งานมากที่สุด รวมถึงพิจารณาถึงอุปกรณ์เสริมกันกระแทกในกรณีที่มีการเบรคฉุกเฉินตามข้อเสนอของการรถไฟต่อไป

บทคัดย่อ

การปรับเปลี่ยนโหมดขนส่งสินค้าจากการขนส่งทางถนนเป็นการขนส่งทางรางให้มีสัดส่วนมากขึ้น โดยพัฒนาระบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ เป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันทางธุรกิจในตลาดการค้าอาเซียนและตลาดโลก รวมถึงการลดต้นทุนทางด้านโลจิสติกส์ องค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าที่ยืดหยุ่นต่อการใช้งาน หรือเป็นมาตรฐานใช้ร่วมกันได้ระหว่างการขนส่งทางถนนและทางราง ซึ่งทำให้สามารถลดต้นทุน และลดเวลาในการปฏิบัติงานได้ งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางในการพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าที่สามารถใช้ร่วมกันได้ระหว่างรถบรรทุกและรถไฟ โดยการพัฒนาในช่วงแรกครอบคลุมตั้งแต่การเก็บข้อมูลเสียงเรียกร้องของลูกค้า (voice of customer: VOC) การเก็บข้อมูลกระบวนการขนส่งและคุณลักษณะสินค้า การเก็บข้อมูลแรงสั่นสะเทือนระหว่างการขนส่ง การพัฒนาต้นแบบพร้อมการวิพากษ์จากผู้ใช้งาน และการทดสอบด้วยวิธีการมาตรฐานสากลและวิธีการเทียบเคียงมาตรฐานสากล เช่น การทดสอบการรับน้ำหนักและการเรียงตัว การทดสอบปล่อยตกอิสระ การทดสอบบดงศาการล้ม และการทดสอบความต้านแรงสั่นสะเทือน และนำไปทดลองใช้งานจริง ทำให้ได้ต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าซึ่งมีความสามารถรองรับน้ำหนักบรรทุกได้ 1.2 เมตริกตันต่อชุด สามารถจัดวางในตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุต ได้ 20 ชุด ใช้ประสิทธิภาพของตู้คอนเทนเนอร์ได้สูงถึงร้อยละ 84.74 และสามารถวางซ้อน 2 ชั้นได้โดยไม่เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยให้สินค้าคงรูปและสภาพสมบูรณ์ได้ตลอดการขนส่ง อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าและวิธีการใช้งานควรได้รับการปรับปรุงให้มีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น ต้นทุนการผลิตต่ำลง และกำหนดวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน เพื่อให้มีประสิทธิภาพการใช้งานตามที่ได้ออกแบบไว้และเกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุน รวมถึงควรเพิ่มความถี่ในการทดลองใช้งานเพื่อทำให้เกิดความคุ้นชินและทำให้สามารถประเมินประสิทธิภาพได้แม่นยำมากขึ้น

คำสำคัญ: อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า; การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ; การขนส่งทางถนน; การขนส่งทางราง

Abstract

The transportation mode shift from road transport to rail transport to more proportion by developed the multimodal transport can enhance the business competitiveness in the ASEAN and global markets, and reduce the logistics cost too. One of the most important components is the material handling equipment that is flexible or standardized for use in both road and rail transport. It can reduce costs and operating time. This research presents the developed guidelines for the material handling equipment that can be use between trucks and trains. The development starts from gathering the Voice of customer (VOC), transportation processes, characteristic of cargo, and the vibration data during transportation. Then we develop the prototype for stakeholder discussion. Finally, we test the material handling equipment with international standard methods or correlated international standard methods such as stacking and arrangement test, drop test by free fall, falling degree test, vibration resistance test, and trail test in real system. The prototype equipment has the capacity of 1.2 metric tons per set. It can be arranged and stacked up to 20 sets in 20 feet ISO shipping container. The efficiency of the container usage is up to 84.74% and it can be stacked up to 2 layers without damage to the equipment. This is one of the factors that keep the stable and condition of cargo throughout the shipment. However, the equipment should be improved easy to use, lower cost, set the standard operation that it has efficiency as designed and worth the investment. It should also increase the frequency of the trial that makes more acquainted with the operator and evaluated the efficiency more accurate.

Keywords: Material handling equipment; Multimodal transport; Road transport; Rail transport

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	ก
บทคัดย่อ	ฉ
Abstract	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (multimodal transportation)	4
2.2 ระบบการขนถ่ายวัสดุ (material handling system)	8
2.3 แนวทางการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ	20
2.4 การทดสอบอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ	21
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	22
3.1 กรอบของการวิจัย	22
3.2 วิธีการวิจัย	22
3.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละช่วงระยะเวลา (แบ่งเป็นราย 6 เดือน)	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	27
4.1 ศึกษาสภาพปัจจุบันของอุปกรณ์ขนถ่ายและลักษณะสินค้า	27
4.2 พัฒนาค้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า (ขวลิตและชนะ, 2560)	35
4.3 ทดสอบการรับน้ำหนัก แรงกระแทก และแรงสั่นสะเทือน	48
4.4 ทดลองใช้งาน	53
4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง	57
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	58
5.1 สรุปผล	58
5.2 อภิปรายผล	59
5.3 ข้อเสนอแนะ	59
บรรณานุกรม	61
ภาคผนวก ก แผนดำเนินงานวิจัย	63
ภาคผนวก ข รายงานประชุมกลุ่มย่อย	67
ภาคผนวก ค รายงานการประชุมนำเสนอผลงาน	72

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การพิจารณาขนาด Mesh Pallet ที่เหมาะสม	39
2	การทดสอบคุณสมบัติของต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายฯ	48
3	การทดลองใช้งาน	53

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สัดส่วนการขนส่งสินค้าของประเทศไทย	5
2	รูปแบบการขนส่งสินค้าของประเทศไทย	6
3	ลักษณะของการขนถ่ายและจัดเก็บสินค้าภายในตู้ขนส่งสินค้า	6
4	ลักษณะการจัดเรียงสินค้าภายในตู้ขนส่ง	7
5	ลักษณะการจัดเก็บสินค้าเพื่อรถขนถ่ายขึ้นตู้ขนส่งสินค้า	7
6	กระบวนการในระบบการขนถ่ายวัสดุ	9
7	องค์ประกอบที่ต้องพิจารณาในการขนถ่ายวัสดุ	9
8	กระบวนการขนย้ายบริเวณพื้นที่ทำงาน	11
9	กระบวนการการขนย้ายภายในสายการผลิต	12
10	กระบวนการการขนย้ายระหว่างสายการผลิต	12
11	กระบวนการขนย้ายระหว่างฝ่ายในโรงงาน	13
12	กระบวนการขนย้ายระหว่างโรงงาน	13
13	กระบวนการขนย้ายระหว่างองค์กร	14
14	กระบวนการขนย้ายในระบบการขนส่ง	14
15	ขั้นตอนการดำเนินงาน	25
16	สภาพปัจจุบันของการขนส่ง ณ สถานีขนส่งสินค้าพุทธมณฑล สาย 2	27
17	สภาพปัจจุบันของการขนส่ง ณ สถานีขนส่งสินค้าพุทธมณฑล สาย 3	28
18	ทรงสำหรับบรรทุกสินค้าขนส่งทางถนน	29
19	ราวตะขอ และลักษณะการเก็บทรง	29
20	ตู้คอนเทนเนอร์สำหรับสินค้าทั่วไป (ชาย) และสำหรับสินค้าบริโภค (ขวา)	30
21	ห่วงขอเกี่ยว	30
22	ช่องระบายอากาศ ภายใน (ชาย) และภายนอก (ขวา)	31
23	RFID Tag และ RFID Reader ที่รถโฟล์คลิฟท์	31
24	หมุดยึดมุมตู้และสลักยึดกลางตู้	32
25	การจัดเรียงสินค้าในตู้คอนเทนเนอร์	33
26	การศึกษาดูงาน บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด – ทรง	33
27	การศึกษาดูงาน บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด – กล่องพลาสติกเล็ก	34
28	การศึกษาดูงาน บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด – กล่องพลาสติกใหญ่	34
29	การศึกษาดูงาน บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด – Mesh pallet	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
30 การประชุมกลุ่มย่อย	36
31 การแนะนำการติดตั้งและใช้งาน Vibration data logger รุ่น VB300	37
32 ค่าปกติของแนวแกน XYZ ประจำอุปกรณ์ Vibration data logger รุ่น VB300	37
33 ตัวอย่างการติดตั้ง Vibration data logger ในตู้คอนเทนเนอร์	38
34 ตัวอย่างข้อมูลแรงสั่นสะเทือนเส้นทาง กรุงเทพฯ – หาดใหญ่	38
35 แนวคิดมิติและการใช้งานอุปกรณ์ขนถ่ายฯ	40
36 แนวคิดการจัดวางการจัดเรียง Mesh pallet ในตู้คอนเทนเนอร์ (top view)	40
37 ต้นแบบ Mesh pallet ในโปรแกรมออกแบบ	41
38 ต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า	42
39 การทดลองจัดเรียงสินค้า	43
40 เบ้ารับเสาที่ติดตั้งเกินไป	44
41 แบบร่างของต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ รุ่นที่ 2 (กรณี 1 ชุด)	45
42 แบบร่างของต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ รุ่นที่ 2 (กรณียกซ้อน)	46
43 ต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ รุ่นที่ 2	47
44 การทดสอบการรับน้ำหนักและการเรียงตัว	49
45 การทดสอบปล่อยตกอิสระ	50
46 การปรับแก้ข้อบกพร่อง	50
47 การทดสอบองศาการล้ม	51
48 การทดสอบความต้านแรงสั่นสะเทือน	52
49 ต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายฯ (ก่อนนำไปทดลองใช้งาน)	52
50 การขึ้นสินค้า – วิธีแรงงานจัดเรียง	54
51 การขึ้นสินค้า – วิธีใช้อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า จัดเรียง	55
52 การถ่ายสินค้าจากขบวนรถไฟ	56
53 การลงสินค้า	56

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันขนส่งสินค้าทางถนนมีสัดส่วนมากถึงร้อยละ 90 ของการขนส่งสินค้าภายในประเทศไทย ในขณะที่การขนส่งสินค้าทางรางเป็นรูปแบบการขนส่งสินค้าที่สามารถลดต้นทุนของโลจิสติกส์ได้ ซึ่งมีต้นทุนต่ำกว่าถึง 1.17 บาทต่อตัน-กิโลเมตร มีสัดส่วนการใช้งานเพียงร้อยละ 1 (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2559) และด้วยแนวทางพัฒนาสู่การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบในประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนที่ระบุอย่างชัดเจนไว้ใน AEC Blue Print (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2557) ส่งผลให้รัฐบาลไทยมีนโยบายเร่งด่วนในการพัฒนาระบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ โดยเฉพาะการลดสัดส่วนจากการขนส่งทางถนนสู่ระบบทางรางให้มีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันทางธุรกิจในตลาดการค้าอาเซียนและตลาดโลก รวมถึงการลดต้นทุนทางด้านโลจิสติกส์

ด้วยการขนส่งสินค้าทางกายภาพนั้น จัดเป็นกิจกรรมโลจิสติกส์ที่ใช้ทรัพยากรมากที่สุด ดังนั้นรูปแบบการขนส่งสินค้าต่อเนื่องหลายรูปแบบ หรือ “Multi-modal Transportation” จึงเป็นการขนส่งสินค้าที่สามารถตอบสนองต่อนโยบายด้านการลดต้นทุนโลจิสติกส์ให้แก่ทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญ คือ การพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายให้มีประสิทธิภาพในการรับน้ำหนัก และแรงสั่นสะเทือน ทั้งนี้เพื่อป้องกันสินค้าเสียหายจากการขนส่ง อันนำมาซึ่งการลดต้นทุนโลจิสติกส์ โดยการดำเนินการด้วยระบบการขนส่งทางรางนั้น เป็นลักษณะของการขนส่งแบบพอร์ตต่อพอร์ต (Port2Port) โดยใช้การขนส่งด้วยรถบรรทุกเป็นโหมดของการกระจายสินค้าจากคลังสินค้าต้นทางไปยังสถานีขนส่งสินค้าของการรถไฟ และกระจายสินค้าจากสถานีรถไฟปลายทางเพื่อกระจายสินค้าไปยังผู้รับตามสถานที่ต่างๆ ในแต่ละอำเภอ

จากกิจกรรมการขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าส่วนที่สำคัญของระบบการขนส่งสินค้าต่อเนื่องหลายรูปแบบ คือ กระบวนการและอุปกรณ์ในการขนถ่ายสินค้าระหว่างสถานี ทำให้มีต้นทุนค่าดำเนินการ หรือค่าเสียหายที่เพิ่มขึ้นจากการถ่ายหรือขนย้ายสินค้าไม่ว่าจะเป็นกรณีของสถานีต้นทางหรือสถานีปลายทาง หากมีกระบวนการจัดการ หรือการใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดต้นทุนแฝงที่มหาศาล จนทำให้ไม่คุ้มค่ากับการลงทุนในธุรกิจการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบนี้ และไม่อาจสร้างแรงจูงใจในการดำเนินธุรกิจของภาคเอกชน ที่จะมาร่วมลงทุนทั้งในส่วนของการสร้างพื้นฐาน อุปกรณ์และเทคโนโลยี รวมทั้งการดำเนินงานต่างๆ ของธุรกิจนี้

การบริหารการจัดการรูปแบบการขนส่งสินค้าต่อเนื่องหลายรูปแบบนี้ จึงสามารถพิจารณาได้ในหลายมิติที่เกี่ยวข้อง ส่วนหนึ่งที่สำคัญ ได้แก่ ตู้บรรจุสินค้าที่เหมาะสมสำหรับสินค้าที่ใช้ในการขนถ่ายเพื่อลดการใช้แรงงาน และมีอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการจัดเก็บสินค้า (Unit load) ที่มีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักสินค้า ลดแรงกระแทก และแรงสั่นสะเทือนระหว่างการขนส่งทางราง อันนำมาซึ่งการลดการแตกหักเสียหายของสินค้าให้เหลือน้อยที่สุด จึงเป็นที่มาของโครงการย่อยนี้ ที่ต้องการพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าระหว่างสถานีรถไฟ ซึ่ง

จากสถิติของกระทรวงคมนาคมนั้น การขนส่งสินค้าทางรางมีส่วนที่ลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญ ด้วยระบบโครงสร้างพื้นฐาน อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า และระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ยังไม่เอื้ออำนวยต่อระบบการขนส่งทางราง ดังนั้นผู้ประกอบการอุตสาหกรรมซึ่งเป็นผู้ให้บริการภาคขนส่งและโลจิสติกส์จึงมองข้ามการขนส่งทางรางไป ซึ่งในความเป็นจริงแล้วอาจเป็นทางเลือกในการลดต้นทุนให้แก่ผู้ประกอบการได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายให้มีประสิทธิภาพในการรับน้ำหนัก และแรงสั่นสะเทือน ทั้งนี้เพื่อป้องกันสินค้าเสียหายจากการขนส่ง และเพื่อเพิ่มปริมาณสินค้าในการขนส่งแต่ละเที่ยวจากการใช้ประโยชน์ของระยะในแนวตั้ง อันนำมาซึ่งการลดต้นทุนโลจิสติกส์ โดยให้การขนส่งด้วยรถบรรทุกเป็นโหมดของการกระจายสินค้าจากคลังสินค้าต้นทางไปยังสถานีขนส่งสินค้าของการรถไฟ และกระจายสินค้าจากสถานีรถไฟปลายทางเพื่อกระจายสินค้าไปยังผู้รับตามสถานที่ต่างๆ ในแต่ละอำเภอต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับรูปแบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ
- 2) เพื่อออกแบบอุปกรณ์ให้มีความเหมาะสมต่อสภาพการใช้งาน
- 3) เพื่อทำการทดสอบความแข็งแรงภายใต้สภาวะการรับน้ำหนักและแรงสั่นสะเทือน

1.3 สมมติฐานงานวิจัย

- 1) อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้กับการขนส่งสินค้าทางรางและทางถนน
- 2) อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้กับตู้คอนเทนเนอร์ขนาดมาตรฐาน (ISO Container) 20 ฟุต
- 3) อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าที่พัฒนาขึ้นสามารถรับน้ำหนักสินค้าได้ตามเป้าหมาย ป้องกันสินค้าได้ตลอดการขนส่ง วางยกซ้อนและพับเก็บได้
- 4) อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตามมาตรฐานด้านการรับน้ำหนัก การปล่อยตกอิสระ และการต้านแรงสั่นสะเทือน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

- 1) เป็นการศึกษาเฉพาะอุปกรณ์ขนถ่ายระหว่างสถานีรถไฟ ไปยังรถบรรทุกที่ใช้ในการกระจายสินค้า
- 2) เป็นการศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดเก็บและจัดเรียงสินค้า (Racking)
- 3) เป็นการทดสอบอุปกรณ์ด้านการรับน้ำหนัก แรงกระแทก และแรงสั่นสะเทือน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) เป็นต้นแบบการพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายให้แก่ภาคเอกชนที่ทำธุรกิจขนส่งและโลจิสติกส์
- 2) สามารถลดต้นทุนความเสียหายจากการขนส่งด้วยรถบรรทุกและทางราง
- 3) สามารถขนส่งสินค้าได้ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นต่อเนื่อง
- 4) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์ ในด้านต้นทุน เวลา และความน่าเชื่อถือ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรมในเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งสินค้าต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างทางบกด้วยรถบรรทุกและทางรางด้วยรถไฟ ประกอบด้วยเนื้อหา 4 ส่วน สำคัญคือ การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ ระบบขนถ่ายวัสดุ แนวทางการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ และการทดสอบอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (multimodal transportation)

การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (multimodal transportation) เป็นรูปแบบการขนส่งอีกแบบหนึ่ง ที่ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วในสองทศวรรษที่ผ่านมา

จากพระราชบัญญัติการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ พ.ศ.2548 มาตรา 4 (สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรี และราชกิจจานุเบกษา, 2559) ได้ให้ความหมายของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ หมายความว่า การรับขนของโดยมีรูปแบบการขนส่งที่แตกต่างกันตั้งแต่สองรูปแบบขึ้นไป ภายใต้สัญญาขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบฉบับเดียว โดยขนส่งจากสถานที่ซึ่งผู้ประกอบการขนส่งต่อเนื่องได้รับมอบของในประเทศหนึ่งไปยังสถานที่ซึ่งกำหนดให้เป็นสถานที่ส่งมอบของในอีกประเทศหนึ่ง

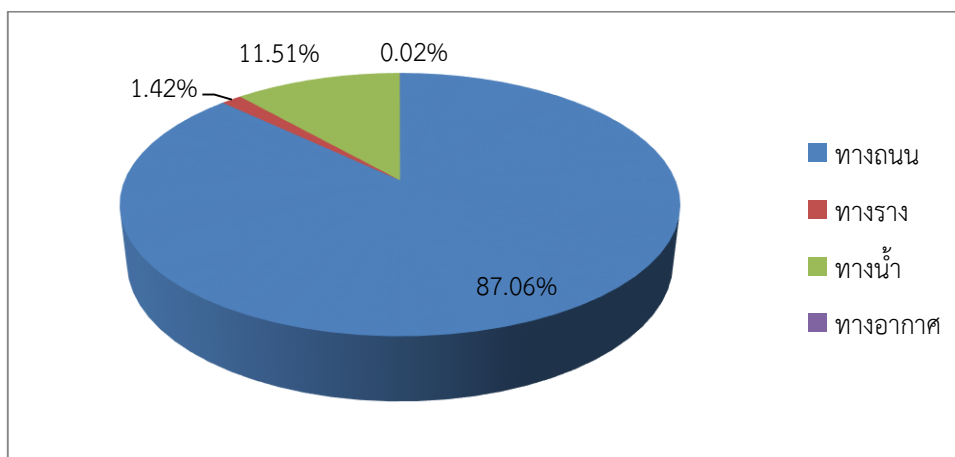
อำพล นววงศ์เสถียรและคณะ (2557) ให้ความหมายของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ หมายถึง การขนส่ง สินค้าที่ใช้รูปแบบการขนส่งตั้งแต่สองหรือมากกว่าสอง รูปแบบขึ้นไป เพื่อสร้างทางเลือกและความได้เปรียบใน การแข่งขันให้ผู้ประกอบการ เหตุผลสำคัญคือการใช้ผู้ส่ง สินค้าพยายามค้นหาความได้เปรียบจากการรวมรูปแบบ การขนส่งเข้าด้วยกัน โดยเน้นไปที่การประหยัดต้นทุน การขนส่ง หลักการสำคัญของการขนส่งแบบเชื่อมโยง หลายรูปแบบคือ การเชื่อมโยงการขนส่งหลายรูปแบบ เข้ากับการสร้างข้อได้เปรียบด้านต้นทุน และระดับของการ บริการที่ตอบสนองความพึงพอใจสูงสุดให้กับลูกค้าได้ รูปแบบของการขนส่งโดยการเชื่อมโยงหลายรูปแบบ เกิดขึ้นจากการขนส่งโดยใช้รถบรรทุก เพื่อขนส่งสินค้า จากจุดต้นทาง (โรงงาน) ไปสู่สถานีขนส่งเส้นทางหลัก (ทางเรือ ทางอากาศ ทางรถไฟ เป็นต้น) เมื่อได้ขนส่ง สินค้าถึงสถานีปลายทางแล้ว จะใช้รถบรรทุกขนส่งไปยัง จุดหมายปลายทางส่งมอบให้ลูกค้าต่อไป รูปแบบการขนส่ง เชื่อมโยงดังกล่าว เช่น รถบรรทุก-เรือเทกองรถบรรทุก-เรือ ขนส่งสินค้ารถบรรทุก-ทางอากาศ รถบรรทุก-รถไฟ เป็นต้น

สุรทิน ธีัญญะผลิน ให้ความหมายของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (multimodal transportation) ว่าเป็นรูปแบบการขนส่งสินค้าด้วยวิธีการผสมผสานการขนส่งหลายรูปแบบ โดยใช้รูปแบบการขนส่งตั้งแต่ 2 รูปแบบ ขึ้นไปจากสถานที่หนึ่งหรือจากผู้ส่งสินค้าต้นทางไปสู่สถานที่หนึ่งหรือต่อเนื่องไปจนถึงสถานที่หรือผู้รับสินค้าปลายทาง โดยการส่งมอบนั้น อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของผู้ประกอบการขนส่งรายเดียว หรือภายใต้สัญญาขนส่งเพียงฉบับเดียว

รูปแบบธุรกิจขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (business model) มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. เป็นรูปแบบการขนส่งสินค้า หรือเคลื่อนย้ายสินค้าที่มีลักษณะการขนส่งหลายรูปแบบมาผสมผสานกัน ภายใต้ผู้ให้บริการขนส่งรายเดียว ซึ่งจะต้องรับผิดชอบตั้งแต่สินค้าต้นทางไปถึงผู้รับปลายทาง
2. การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ มุ่งเน้นให้เกิดประสิทธิภาพด้านต้นทุน ให้มีความสำคัญต่อประเภทการขนส่งหลัก ได้แก่ การขนส่งทางรถไฟ หรือการขนส่งทางน้ำ โดยจำกัดระยะทางในการขนส่งทางถนนให้น้อยที่สุด รวมถึงการใช้ในระยะทางสั้น ๆ ในช่วงต้นทางหรือในช่วงการส่งมอบสินค้าปลายทาง
3. จะเป็นลักษณะการขนส่งที่เรียกว่า Door to Door Delivery คือ การขนส่งจากประตูจนถึงประตู หรือ การขนส่งจากต้นทางไปถึงผู้รับปลายทาง

แนวโน้มการพัฒนาด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ของประเทศไทยเพื่อรองรับการเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน มุ่งสู่รูปแบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนโลจิสติกส์ จากข้อมูลในปัจจุบันประเทศไทยพึ่งพาการขนส่งสินค้าทางถนนเป็นหลักมากกว่าร้อยละ 85



ภาพที่ 1 สัดส่วนการขนส่งสินค้าของประเทศไทย

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) (2559)

ดังนั้นเป้าหมายหลักการลงทุนของภาครัฐจึงต้องการเพิ่มสัดส่วนการขนส่งทางรางจากร้อยละ 2.5 เป็นร้อยละ 5 (กระทรวงคมนาคม, 2556) ในขณะที่การขนส่งสินค้าทางถนนยังเป็นการขนส่งที่มีความสำคัญต่อระบบโลจิสติกส์อยู่เพื่อใช้ในการกระจายสินค้าจากสถานีต้นทาง และสถานีปลายทาง ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนถ่ายสินค้าระหว่างสถานีจึงนับเป็นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึง และต้องมีการพัฒนาอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ และลดการเสียหายของสินค้า โดยปัจจุบันลักษณะของการขนถ่ายและจัดเก็บสินค้าภายในตู้ขนส่งสินค้าเป็นการจัดเรียงสินค้าเป็นหน่วยขนส่ง (Unit Load) ใช้พาเลท (Pallet) เป็นอุปกรณ์ขนถ่ายที่ทำหน้าที่เพียงรองรับสินค้าเท่านั้น ไม่สามารถรักษาสภาพหรือป้องกันสินค้าระหว่างการขนส่งได้ดีเพียงพอ มีเพียงเชือกที่ใช้เป็นตัวดึงสินค้าและพลาสติกหุ้มไว้ไม่ให้เคลื่อนที่เท่านั้น นอกจากนี้พาเลทไม่สามารถวางซ้อนกันระหว่างการขนส่งได้

รูปแบบการขนส่ง	ปริมาณการขนส่งสินค้า (ล้านตัน - กิโลเมตร)					
	2548	2549	2550	2551	2552	2553
ทางถนน	176,751	184,006	186,174	181,452	183,429	185,883
ทางราง	3,002	2,904	2,688	2,857	2,533	2,585
ทางน้ำ	5,555	5,885	5,765	5,674	5,611	5,538
ทางอากาศ	34	31	31	31	33	33
รวม	185,342	192,826	194,658	190,014	191,606	194,039

ต้นทุนเฉลี่ยในการขนส่ง	
ทางถนน	1.72 บาทต่อ ตัน-กม.
ทางราง	0.93 บาทต่อ ตัน-กม.
ทางน้ำ	0.64 บาทต่อ ตัน-กม.

ภาพที่ 2 รูปแบบการขนส่งสินค้าของประเทศไทย
ที่มา: กระทรวงคมนาคม (2556)



ภาพที่ 3 ลักษณะของการขนถ่ายและจัดเก็บสินค้าภายในตู้ขนส่งสินค้า
ที่มา: สมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย (2558)



ภาพที่ 4 ลักษณะการจัดเรียงสินค้าภายในตู้ขนส่ง
ที่มา: สมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย (2558)



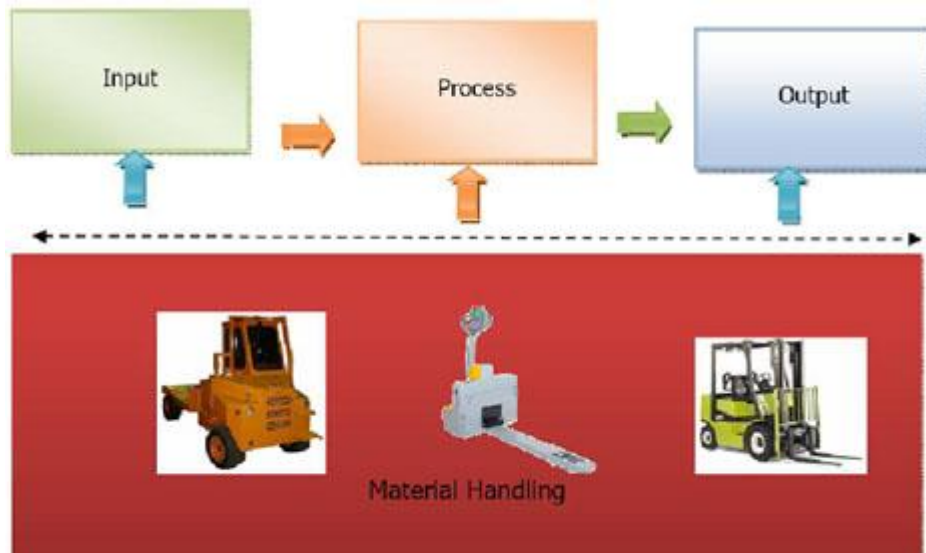
ภาพที่ 5 ลักษณะการจัดเก็บสินค้าเพื่อรถขนถ่ายขึ้นตู้ขนส่งสินค้า
ที่มา: สมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย (2558)

จากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่าย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ขนถ่ายที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป ระบบการขนถ่ายวัสดุเป็นระบบที่เข้ามาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารโซ่อุปทานองค์กร ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตซึ่งมีกระบวนการผลิตหรือกระบวนการแปลงสภาพจากปัจจัยนำเข้า (Input) ได้แก่ วัตถุดิบ เครื่องจักร อุปกรณ์ และสินทรัพย์ที่ไม่มีตัวตน (Intangible Assets) เช่น แรงงาน ระบบการจัดการ ขาวสาร ทรัพยากรที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติและประโยชน์ใช้สอยที่เหมาะสม และมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ เพื่อให้สินค้าสำเร็จรูปสามารถแข่งขันทางด้านราคาได้ในท้องตลาด โดยผ่าน กระบวนการแปลงสภาพ (conversion process) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ปัจจัยนำเข้าที่ผ่านเข้ามามีการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ได้แก่ กระบวนการผลิตในโรงงาน การขนส่ง การเก็บเข้าคลังสินค้า การค้าปลีก การค้าส่ง การติดต่อสื่อสาร และสุดท้ายจนมาเป็นผลผลิต (output) เป็นผลได้จากกระบวนการผลิตที่มีมูลค่าสูงกว่าปัจจัยนำเข้าที่รวมกัน อันเนื่องมาจากที่ได้ผ่านกระบวนการแปลงสภาพ ผลผลิต สินค้า (goods) และบริการ (service) โดยภายในกระบวนการแปลงสภาพปัจจัยนำเข้าให้กลายเป็นสินค้าและบริการดังกล่าว เมื่อพิจารณาในแง่ของการทำงานภายในโรงงานอุตสาหกรรม มักจะเกี่ยวข้องอยู่ตลอดเวลากับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนย้ายวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ ปัจจัยนำเข้า (Input) กระบวนการแปลงสภาพ (conversion process) และผลผลิต (output) โดยการเคลื่อนย้ายดังกล่าวเรียกกันว่า การขนถ่ายวัสดุ (material handling) ที่จะลำเลียงส่วนต่าง ๆ ทั่วทั้งกระบวนการผลิตตั้งแต่การนำวัตถุดิบมาถึงโรงงาน ผ่านกระบวนการผลิต จนได้เป็นผลิตภัณฑ์ หากขาดการขนถ่ายวัสดุแล้วการผลิตจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้เลย ดังนั้นการวิเคราะห์การขนถ่ายวัสดุจึงไม่ได้หมายถึงการจัดการขนถ่ายให้หมดไป หากแต่จะพยายามลดปัญหาให้น้อยลง โดยสรุปก็คือทำอย่างไรให้เป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย และประหยัด ฉะนั้น การขนถ่ายวัสดุจึงเป็นเรื่องของกระบวนการผลิตขององค์กรที่ต้องให้ความสำคัญและดำเนินการอย่างจริงจังเพื่อการบริหารโซ่อุปทานในการผลิตของโรงงานให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิภาพ (บุรณะศักดิ์, 2557)

2.2 ระบบการขนถ่ายวัสดุ (material handling system)

2.2.1 ความหมายของระบบการขนถ่ายวัสดุ

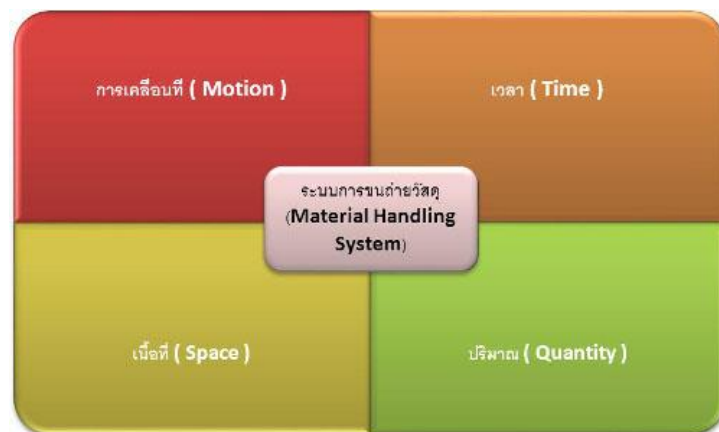
ระบบการขนถ่ายวัสดุ (material handling system) คือ การจัดเตรียมสถานที่ทำงานให้มีตำแหน่งประจำของวัสดุแต่ละชนิด และการจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับเคลื่อนย้ายวัสดุเหล่านั้น เพื่อนำไปผ่านกระบวนการหรือกิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า ทั้งนี้ต้องอำนวยความสะดวกต่อการผลิต ซึ่งการที่จะทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ต้องอาศัยทักษะและความรู้ในการสรรหาเครื่องมือและอุปกรณ์ในการขนถ่ายวัสดุการใช้ให้เหมาะสมกับงาน (บุรณะศักดิ์, 2557)



ภาพที่ 6 กระบวนการในระบบการขนถ่ายวัสดุ

ที่มา: บุรณะศักดิ์ มาดหมาย (2557)

นอกจากความรู้และทักษะในการเลือกใช้แล้วยังต้องมีความรู้และทักษะในการออกแบบสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วย โดยองค์ประกอบที่ต้องพิจารณาในการขนถ่ายวัสดุ ได้แก่ การเคลื่อนที่ (motion) เวลาที่ต้องขนถ่าย (time) ปริมาณในการขนถ่าย (quantity) และเนื้อที่ที่จะใช้สำหรับอุปกรณ์ในการขนถ่าย (space) (บุรณะศักดิ์, 2557)



ภาพที่ 7 องค์ประกอบที่ต้องพิจารณาในการขนถ่ายวัสดุ

ที่มา : บุรณะศักดิ์ มาดหมาย (2557)

การขนถ่ายวัสดุ (material handling) จึงเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้าย วัตถุดิบ และสินค้าคงคลังในระหว่างการผลิต รวมถึงการขนย้ายตัวสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้ว ภายในโรงงานหรือคลังสินค้า เพื่อลดระยะทาง ปริมาณการเคลื่อนย้ายให้ได้มากที่สุด โดยแก้ไขกระบวนการที่เป็นคอขวดให้มีการไหลได้ดีขึ้น เป็นวิธีการที่จะประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นต้นทุนหนึ่งของโรงงานอุตสาหกรรมเนื่องจากการเคลื่อนย้าย

วัสดุแต่ละครั้งสถานประกอบการต้องหาวิธีการลดจำนวนการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบต่าง ๆ ให้มากที่สุด เนื่องจากทุกครั้งที่มีการเคลื่อนย้าย จะมีต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบต่าง ๆ ดังนั้นหากสามารถลดค่าใช้จ่ายในด้านนี้ก็จะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตต่อชิ้นลดลงด้วย และยังเป็นการบริหารโซ่อุปทานของสินค้าได้ด้วย

วิธีการเคลื่อนย้ายวัสดุของโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบถึงแม้ว่า การเคลื่อนย้าย วัตถุดิบ และสินค้าคงคลังในระหว่างการผลิต รวมถึงการขนย้ายตัวสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้วจะไม่ได้เป็นขั้นตอนการเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าโดยตรง แต่การบริหารจัดการการเคลื่อนย้ายโดยการจัดระบบการขนถ่ายวัสดุ (Material Handling System) ที่เหมาะสมจึงเป็นเรื่องที่แต่ละโรงงานอุตสาหกรรมต้องหาวิธีการที่ดีที่สุดเพราะเนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมมีสินค้า พื้นที่การผลิต พื้นที่เก็บวัสดุ สินค้า หรือกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ฉะนั้น การจัดระบบการขนถ่ายวัสดุจึงแตกต่างกันหรืออาจเหมือนกันได้ขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้ว่าเป็นวิธีไหนที่ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมสามารถบริหารกิจกรรมการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ฉะนั้น ธุรกิจควรให้ความสำคัญกับกิจกรรมการขนถ่ายขนย้ายเนื่องจากการดำเนินการขนถ่ายอย่างมีประสิทธิภาพอาจก่อให้เกิดปัญหาการขนย้ายสินค้าโดยไม่จำเป็น ปัญหาสินค้าสูญหายเสียหาย ปัญหาความพอใจของลูกค้าลดลง ปัญหาความล่าช้าในการผลิต ปัญหาคนงานและเครื่องจักรถูกปล่อยทิ้งไว้เฉย ๆ โดยไม่ได้ทำงาน (บุรณะศักดิ์, 2557)

2.2.2 องค์ประกอบสำคัญของการขนถ่ายวัสดุ

ในระบบการขนถ่ายวัสดุ ควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการคือ

1) การเคลื่อนที่เป็นการเคลื่อนย้ายวัสดุสินค้าจาก จุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หรือ คือการเคลื่อนย้ายวัสดุสินค้าจากจุดต้นทาง (จุดที่เอาของขึ้น) ไปยังจุดปลายทาง (จุดที่เอาของลง) ซึ่งการเคลื่อนย้ายของวัสดุสินค้าแต่ละประเภทย่อมมีการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกันไป ทำอย่างไรจึงจะให้วิธีการเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า

2) เวลา นับเป็นปัจจัยที่สำคัญตัวหนึ่ง เป็นตัวที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่ว่า สูงต่ำแค่ไหน ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตต่างก็อาศัยเวลาเป็นตัวกำหนดการทำงาน ทั้งการป้อนวัตถุดิบและเอาชิ้นงาน ออกที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องนอกจากนั้นเวลายังเป็น กำหนดการของการเคลื่อนที่โดยอาจควบคุมที่ จุดต้นทาง หรือจุดปลายทางก็ได้แล้วแต่กรณี

3) ปริมาณ วัสดุ-สินค้าที่ต้องเคลื่อนที่ที่ต้องสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการของจุดต่างๆ ต้องสอดคล้องกับเวลาที่เหมาะสมของระบบ และประหยัดค่าใช้จ่าย

4) เนื้อที่ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเคลื่อนที่เพราะว่าการเคลื่อนที่หรือการขนถ่ายวัสดุจำเป็นต้องใช้เนื้อที่สำหรับตั้งกลไกของระบบการขนถ่ายวัสดุที่มีประสิทธิภาพ ต่อไป

องค์ประกอบสำคัญทั้ง 4 ประการดังกล่าวต้องนำมาพิจารณาร่วมกัน เพราะเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการขนถ่ายวัสดุที่จะนำไปสู่ระบบการขนถ่ายวัสดุที่มีประสิทธิภาพต่อไป (อนุชา, 2557)

2.2.3 งานการขนถ่ายวัสดุ ประกอบด้วยหน้าที่หลัก 2 ประการ

1) งานเคลื่อนย้ายวัสดุ คือ การเคลื่อนย้ายวัสดุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในตำแหน่งที่ทำงานเอง หรือระหว่างตำแหน่งที่ทำงาน ระหว่างเครื่องจักร ระหว่างแผนก ระหว่างโรงงาน หรือ ระหว่างอาคาร ตลอดจนการขนวัสดุขึ้นและลง

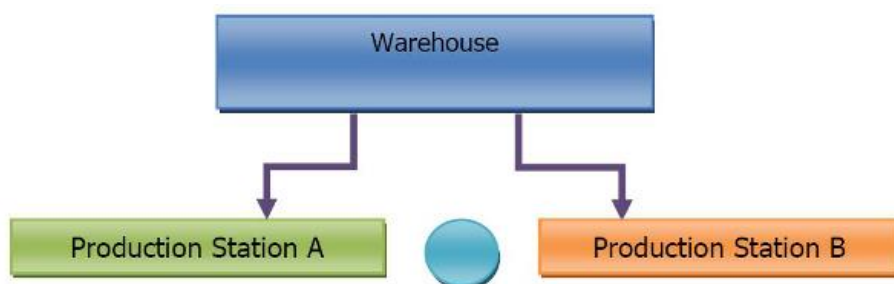
2) งาน เก็บพัสดุ คือ การเก็บพัสดุวัตถุดิบที่ส่งเข้ามาก่อนป้อนเข้ากระบวนการผลิต การเก็บพัสดุในขั้นตอนงานผลิต ตลอดจนการเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปก่อนที่จะส่งออกไปยังผู้ใช้

2.2.4 ขอบเขตการขนย้ายวัสดุ

การขนย้ายวัสดุนั้นเราสามารถดำเนินการได้หลายขอบเขตซึ่งสามารถแบ่งออกได้ ดังต่อไปนี้

1) การขนย้ายบริเวณพื้นที่ทำงาน

การขนย้ายประเภทนี้ เป็นลักษณะของการทำงานที่ต้องการมาขนย้ายวัสดุเข้าออกในพื้นที่การทำงาน จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในขณะที่มีการผลิตเกิดขึ้น อาทิ พื้นที่การประกอบสินค้า พื้นที่การผลิตชิ้นงานเพื่อนำไปสู่กระบวนการผลิตต่อไป ทำให้มีการเคลื่อนย้ายสินค้าตลอดเวลาหรือมีความถี่มากในการขนย้าย เพราะบริเวณดังกล่าวมีพื้นที่จำกัด บางโรงงานไม่สามารถนำวัสดุเพื่อประกอบชิ้นงานมารวมไว้ได้มาก จะต้องทยอยการเคลื่อนย้ายวัสดุมาต่อเนื่อง เพื่อมิให้เกิดปัญหาคอขวด (Bottle Neck) ในการผลิต (บุรณะศักดิ์, 2557)

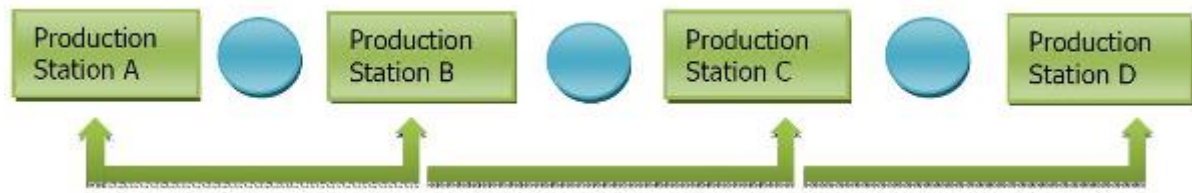


ภาพที่ 8 กระบวนการขนย้ายบริเวณพื้นที่ทำงาน

ที่มา : บุรณะศักดิ์ (2557)

2) การขนย้ายภายในสายการผลิต

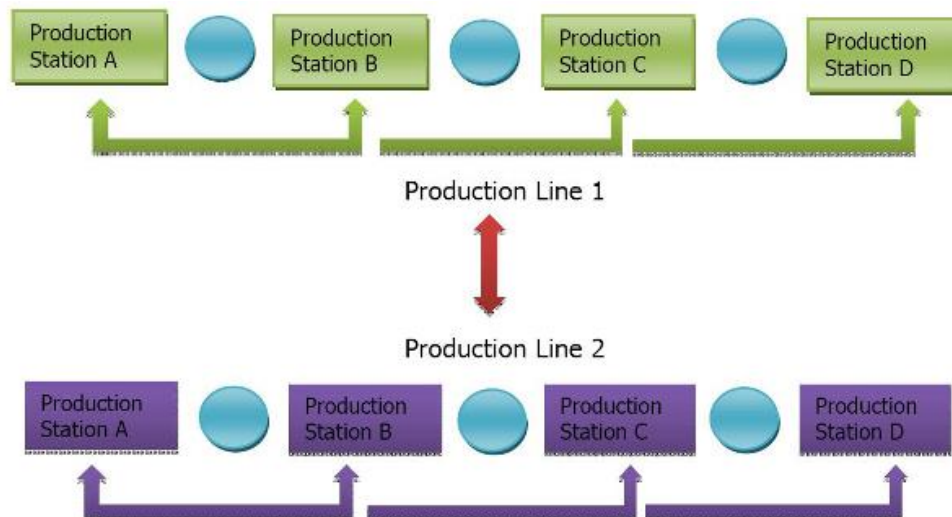
กระบวนการผลิตโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะในกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Process หรือ Continuous Flow Production) เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวในปริมาณที่มากมายอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องจักรเฉพาะอย่าง ซึ่งมักจะเป็นการผลิตหรือแปรรูปทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นวัตถุดิบในการผลิตขั้นตอนต่อไป เช่น การกลั่นน้ำมัน การผลิตสารเคมี การทำกระดาษ ฯลฯ ทำให้มีสถานการผลิตหลายแห่งด้วยกัน (บุรณะศักดิ์, 2557)



ภาพที่ 9 กระบวนการการขนถ่ายภายในสายการผลิต
ที่มา : บุรณะศักดิ์ (2557)

3) การขนถ่ายระหว่างสายการผลิต

เมื่อกระบวนการผลิตในโรงงานเสร็จสิ้นจนได้วัตถุดิบเพื่อใช้ประกอบในขั้นตอนต่อไป การขนส่งวัสดุก็จะเริ่มขึ้นเพื่อนำชิ้นงานไปยังกระบวนการผลิตในสายการผลิตถัดไป ทั้งนี้ การขนถ่ายระหว่างสายการผลิตจะไม่ได้คำนึงถึงการขนถ่ายภายในของแต่ละสายการผลิต เช่นการขนถ่ายวัสดุจากสายการผลิตไปยังสถานประกอบการ เป็นต้น (บุรณะศักดิ์, 2557)



ภาพที่ 10 กระบวนการการขนถ่ายระหว่างสายการผลิต
ที่มา : บุรณะศักดิ์ (2557)

4) การขนถ่ายระหว่างฝ่ายในโรงงาน

โรงงานอุตสาหกรรมมักจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของทุกฝ่าย ตั้งแต่การวางแผนเริ่มการผลิตซึ่งต้องมีความเกี่ยวข้องกับลูกค้าที่ได้สั่งซื้อสินค้าของโรงงาน ฝ่ายขายซึ่งมีหน้าที่ประสานงานกับลูกค้าว่าจะเป็นลูกค้าระดับองค์กร หรือลูกค้าทั่วไปจะต้องมีหน้าที่ส่งคำสั่งซื้อรวมมาให้กับฝ่ายผลิตเพื่อที่จะวางแผนการผลิต เมื่อฝ่ายผลิตทราบปริมาณความต้องการของลูกค้าในสินค้าแล้วก็จะเริ่มกระบวนการวางแผนการผลิตในโรงงานเพื่อให้สามารถทำการผลิตได้ทันตามที่ลูกค้าต้องการ แต่ก่อนจะเริ่มต้นการผลิตก็ต้องมีการสั่งซื้อวัสดุ หรือวัตถุดิบต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิต โดยส่งข้อมูลไปยังฝ่ายจัดซื้อเพื่อวางแผนการสั่งซื้อตามระบบของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอยู่ให้ทันตามความต้องการของฝ่ายผลิตและเริ่มการผลิตสินค้าจนเป็นสินค้าสำเร็จรูป นำสินค้านี้ส่งมายังคลังสินค้าเพื่อรอส่งมอบให้กับฝ่ายขาย เพื่อส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าต่อไป

ฉะนั้น การดำเนินกิจกรรมจะเกี่ยวข้องกับทุกฝ่ายในโรงงานและเกี่ยวข้องกับการขนย้ายระหว่างฝ่ายผลิต ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายคลังสินค้า ฝ่ายขาย (บุรณะศักดิ์, 2557)

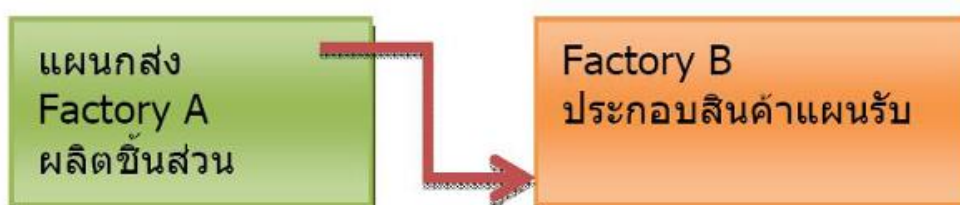


ภาพที่ 11 กระบวนการขนย้ายระหว่างฝ่ายในโรงงาน
ที่มา : บุรณะศักดิ์ (2557)

5) การขนย้ายระหว่างโรงงาน

ในการผลิตสินค้าบางชนิดในอุตสาหกรรมนั้น ได้แบ่งเป็นหลายโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อใช้ในการผลิตสินค้า ชิ้นส่วนที่นำมาประกอบรวมเป็นสินค้าสำเร็จรูป โรงงานหนึ่งอาจทำหน้าที่ในการผลิตชิ้นส่วนเพื่อป้อนให้กับอีกโรงงานเพื่อนำมาใช้ในการผลิตจนเป็นสินค้าสำเร็จรูป (finish goods) เรื่องดังกล่าวจึงเป็นเรื่องที่ต้องเกี่ยวข้องกับการขนย้ายระหว่างโรงงานจนไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้

โดยเฉพาะถ้าเป็นกรณีที่อยู่ต่างพื้นที่กัน การขนย้ายจึงเกี่ยวข้องกับการขนส่ง (transportation) โดยตรง การจัดการระบบโลจิสติกส์จึงต้องถูกนำมาใช้ในการขนย้ายระหว่างโรงงาน ซึ่งลักษณะการขนย้ายระหว่างโรงงาน โดยโรงงานต้นน้ำ (down stream) ที่ทำหน้าที่ในการผลิตวัตถุดิบหรือวัสดุที่ใช้ในการผลิตจึงต้องมีแผนกที่จะขนส่งสินค้า วัตถุดิบดังกล่าว เพื่อนำไปส่งให้กับโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องนำสินค้า วัตถุดิบดังกล่าวไปผลิตต่อ ก็จะมีแผนกรับสินค้ารองรับอยู่แล้ว โดยปกติโรงงานอุตสาหกรรมมีกิจกรรมการขนย้ายการรับ การส่งสินค้าหรือวัตถุดิบอยู่แล้ว (บุรณะศักดิ์, 2557)



ภาพที่ 12 กระบวนการขนย้ายระหว่างโรงงาน
ที่มา : บุรณะศักดิ์ (2557)

6) การขนย้ายระหว่างองค์กร

เมื่อผู้ผลิตสินค้าได้ทำการผลิตสินค้าสำเร็จรูปออกมาแล้วการขนส่งและเคลื่อนย้ายสินค้านี้จะเกิดขึ้น หลายบริษัทได้ดำเนินการให้บริการผู้ให้บริการด้านการขนส่งสินค้า เพื่อตัดปัญหาเรื่องต้นทุนและการดำเนินการออกไปโดยมักใช้ผู้ให้บริการขนส่งสินค้าเป็นผู้รับผิดชอบในการขนส่งสินค้าเพื่อส่งสินค้าไปยังลูกค้าต่อไป โดยการขนย้ายในระดับบริษัทที่แต่ละบริษัทก็ทำหน้าที่เพิ่มมูลค่าเพื่อผลกำไรของตนเอง (บุรณะศักดิ์, 2557)

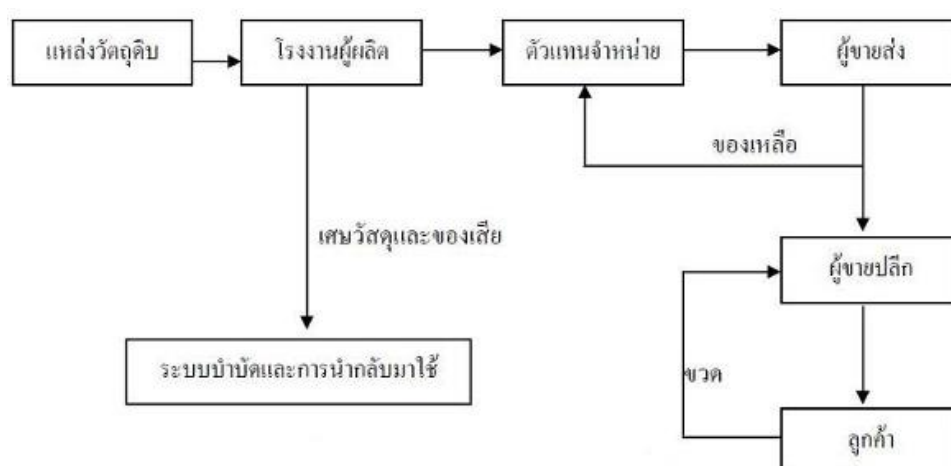


ภาพที่ 13 กระบวนการขนย้ายระหว่างองค์กร

ที่มา : บุรณะศักดิ์ (2557)

7) การขนย้ายในระบบการขนส่ง

การขนย้ายในระบบการขนส่งถือว่าเป็นลักษณะการขนส่งที่ครบกระบวนการโซ่อุปทานของการบริหารการผลิต ที่เริ่มตั้งแต่วัตถุดิบที่ได้มาจากผู้ผลิตวัตถุดิบ (Suppliers) ขนย้ายไปยังโรงงานผู้ผลิตสินค้า (Manufacturers) เพื่อนำมาทำการผลิตสินค้าเกิดการขนย้ายภายในโรงงานในขณะที่ยังเริ่มต้นกระบวนการผลิต โดยเมื่อทำการผลิตเป็นสินค้าสำเร็จรูป ก็จะขนย้ายสินค้าจากโรงงานผู้ผลิตไปตัวแทนจำหน่ายเพื่อนำไปจำหน่ายและกระจายให้กับผู้ค้าส่งและจากผู้ขายส่งไปยังผู้ค้าปลีก จากผู้ค้าปลีกไปยังสุดท้ายคือ ลูกค้าที่บริโภคสินค้า นอกจากนั้นในกระบวนการผลิต นอกจากนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตเราก็มักจะพบปัญหาการผลิตซึ่งยังมีของเสียหรือเศษวัสดุ ของเสียจากโรงงานที่ยังต้องมีการกำจัดให้หมดไปตามมาตรฐานที่ทางภาครัฐกำหนดไว้ (บุรณะศักดิ์, 2557)



ภาพที่ 14 กระบวนการขนย้ายในระบบการขนส่ง

ที่มา : บุรณะศักดิ์ (2557)

2.2.5 จุดมุ่งหมายและประโยชน์ของการขนถ่ายวัสดุ (ชัยพร, 2557)

จุดมุ่งหมายและประโยชน์ของการขนถ่ายวัสดุที่มีประสิทธิภาพดีกว่า สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประการ คือ

1) การลดต้นทุน อาจพูดได้เป็น 2 ความหมาย กล่าวคือ ลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของอุปกรณ์ที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุ และลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนการผลิตที่จะส่งเสริมให้ระบบการผลิตใช้เวลาการผลิตน้อยที่สุด สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อการลดต้นทุนคือ

- ลดการขนถ่ายวัสดุที่ใช้แรงงาน แล้วใช้อุปกรณ์ทำงานแทน
- ลดแรงงานที่ทำการขนถ่ายโดยตรงแต่จะใช้คนมาควบคุมการใช้อุปกรณ์แทน
- ลดแรงงานรองที่ใช้ในการขนถ่ายออกบ้าง เช่น พนักงานตรวจรับ-ส่งของ พนักงานควบคุมการผลิตพนักงานตรวจสอบด้านคุณภาพ พนักงานซ่อมบำรุง คือพวกที่ไม่ได้ทำการขนถ่ายโดยตรง
- ลดปริมาณความสูญเสียหรือความเสียหายของวัสดุ โดยการขนถ่ายอย่างระมัดระวัง
- ลดพนักงานบัญชี เสมียน ที่เกี่ยวข้องและช่วยในระบบงานขนถ่ายวัสดุ ให้เหลือน้อยที่สุด
- ลดจำนวนวัสดุที่ค้างอยู่ในระบบการผลิตให้เหลือน้อยที่สุด โดยพยายามให้วัสดุไหลผ่านไปเร็วที่สุด
- ลดอุปกรณ์ช่วยบางอย่างออกบ้าง เช่น ภาชนะบรรจุ อุปกรณ์ป้องกัน ถาด ชัน นั่นคือการที่ใส่ของในภาชนะ บรรจุหลายๆ ที่ ต้องเสียเวลาการตรวจสอบหลายครั้ง

2) การเพิ่มขีดความสามารถในการทำงาน

- สามารถใช้เนื้อที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเช่น พื้นที่ 1 ตารางเมตร สามารถวางของซ้อนกันได้หลายๆ ชั้น เป็นการใช้น้ำในแนวสูงด้วย
- ปรับปรุงผังโรงงานเพื่อลดระยะทางการขนถ่ายวัสดุและยังเป็นการลดความสูญเสียเนื้อที่ด้วย
- สามารถใช้ประโยชน์ของอุปกรณ์ให้สูงที่สุด เช่น รถบรรทุก ควรมีวัสดุ-สินค้า บรรทุกทั้งขาไปและขากลับ และไม่ควรเสียเวลาในการจอดรอคอยเพื่อการเอาของขึ้น-ลง นานเกินไป
- การเอาของขึ้นและลงจากเครื่องกลขนถ่ายเร็วที่สุด

3) การปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงาน

- ปรับปรุงด้านความปลอดภัยของคนงาน วัสดุ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
- ปรับสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมให้การทำงานง่ายและสะดวกสบาย
- สภาพของงานเบา อาจใช้พนักงานหญิง ทำให้ค่าแรงถูกกว่า

4) การปรับปรุงเพื่อส่งเสริมการขาย

- การให้บริการที่รวดเร็วถูกต้องและตรงกำหนดเวลาของลูกค้า
- เป็นการช่วยเหลือลูกค้า โดยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง
- ช่วยเพิ่มปริมาณการขาย โดยการจัดตั้งสาขาหรือตัวแทนให้อยู่ใกล้ตลาดมากที่สุด

2.2.6 กิจกรรมและพื้นที่ในการขนถ่ายวัสดุ

ระบบการขนถ่ายวัสดุ ยังมีกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหลายประการซึ่งผู้ออกแบบและวางแผน โรงงานควรคำนึงถึง ทั้งนี้เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงขึ้น กิจกรรมดังกล่าวได้แก่

- 1) วิธีการขนถ่ายวัสดุ
- 2) วิธีการเก็บวัสดุ-สินค้าในคลัง
- 3) เทคนิคการเอาของขึ้นและลงจากเครื่องกลขนถ่าย
- 4) วิธีการบรรจุหีบห่อไปขายลูกค้า
- 5) วิธีการบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่งและป้องกันสินค้า
- 6) การทดสอบผลของการบรรจุหีบห่อ
- 7) มาตรฐานและคุณลักษณะเฉพาะของการขนถ่ายวัสดุ
- 8) การศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้เครื่องกลขนถ่าย
- 9) การเลือกเครื่องกลขนถ่ายที่สามารถใช้ได้ทั้งการขนถ่ายและการเก็บในคลัง
- 10) การเลือกอุปกรณ์ช่วยสำหรับงานขนถ่าย
- 11) ภาชนะใส่ของสำหรับใช้ในโรงงาน ใช้เก็บในคลัง ใช้ในการบรรจุหีบห่อ และใช้ในการส่งออกไปจำหน่าย
- 12) การซ่อมและบำรุงรักษาอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุ
- 13) ความปลอดภัยในการขนถ่ายของคนและสินค้า
- 14) การฝึกอบรมบุคลากรที่ทำงานขนถ่าย
- 15) การศึกษาค่าใช้จ่ายด้านการขนถ่ายวัสดุและวิธีการควบคุมควมมีข้อมูลที่ทันสมัยในเรื่องเกี่ยวกับเครื่องกลขนถ่ายและแนวทางปฏิบัติ

หากได้ทำการวิเคราะห์ถึงกิจกรรมการขนถ่ายวัสดุดังกล่าว จะทำให้มองเห็นภาพกว้างๆ ทั้งระบบและมองเห็นกลไกการพัฒนาและปรับปรุงกิจกรรมเหล่านั้นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตที่เพิ่มขึ้น

นอกจากจะให้ความสนใจในกิจกรรมต่างๆ ของการขนถ่ายวัสดุแล้วผู้วางแผนผัง โรงงานควรได้พิจารณาถึงพื้นที่ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขนถ่ายวัสดุด้วย ทั้งนี้เพื่อจะได้ดำเนินการวางแผนผังโรงงาน ให้สอดคล้องกับระบบการขนถ่ายวัสดุ พื้นที่เหล่านั้นได้แก่ (อนุชา, 2557)

- 1) พื้นที่ทำการบรรจุหีบห่อ
- 2) พื้นที่เอาของขึ้นรถบรรทุกของแผนกส่งของ
- 3) ระบบการขนส่งจากผู้ส่งของ
- 4) พื้นที่ของกิจกรรมการเอาของลง
- 5) พื้นที่ทำงานด้านการตรวจรับของ
- 6) คลังวัสดุ-สินค้า
- 7) จำนวนวัสดุที่จะส่งไปยังฝ่ายผลิต
- 8) พื้นที่สำหรับเป็นที่พักของในกระบวนการผลิต

- 9) พื้นที่การขนถ่ายวัสดุในกระบวนการผลิต
- 10) พื้นที่ทำงานด้านการขนถ่าย
- 11) พื้นที่การขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนก
- 12) พื้นที่การขนถ่ายวัสดุภายในแผนก
- 13) พื้นที่การขนถ่ายวัสดุระหว่างโรงงาน
- 14) ความสัมพันธ์ของการขนถ่ายวัสดุกับหน่วยงานสนับสนุน
- 15) แผนกบรรจุหีบห่อ (ผู้บริโภค)
- 16) คลังสินค้าสำเร็จรูป
- 17) แผนกบรรจุสินค้า (ป้องกันสินค้า)
- 18) การเอาของขึ้นและการส่งออก
- 19) ระบบการขนส่งไปยังลูกค้า
- 20) ระบบการขนส่งภายในโรงงาน
- 21) ความสัมพันธ์ด้านการเก็บข้อมูล

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการขนถ่ายเป็นจำนวนมาก โรงงานอุตสาหกรรมคงต้องหาวิธีและจัดการระบบการขนถ่ายรวมทั้งการพิจารณาเลือกใช้อุปกรณ์ที่ช่วยในการขนถ่ายวัสดุเข้ามาใช้ในองค์กร โดยไม่เลือกใช้อุปกรณ์ที่มีศักยภาพต่ำกับปริมาณวัสดุ หรือสินค้าที่ต้องการขนส่งทำให้ไม่เกิดประสิทธิภาพในการขนถ่าย หรือการเลือกอุปกรณ์ขนส่งที่ไม่เหมาะสมกับปริมาณงานทำให้สูญเสียต้นทุน เพราะการพิจารณาใช้อุปกรณ์ช่วยในการขนถ่ายวัสดุถือเป็นการลงทุนในอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุนั้นไม่ได้ช่วยเพิ่มค่า (add value) แก่สินค้าที่ผลิตแต่อย่างใด เพียงแต่การเลือกใช้อุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุที่เหมาะสมจะช่วยให้เกิดประโยชน์มากมาย เช่น เพิ่มความคล่องตัวและทำให้เกิดความต่อเนื่องในการผลิต ช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่อวัสดุในระหว่างขนถ่าย

ทั้งนี้จะมีผลกระทบไปสู่คุณภาพของผลิตภัณฑ์และนำไปสู่การลดต้นทุนในการผลิตและผลกำไรโดยรวม จากแนวทางข้างต้นในระบบการเคลื่อนย้ายวัสดุ (material handling) ทั้งการเคลื่อนย้ายโดยเครื่องจักร และการเคลื่อนย้ายโดยอัตโนมัติ เราสามารถเลือกใช้อุปกรณ์ที่ช่วยในการขนถ่ายตามลักษณะงานได้ดังต่อไปนี้

(1) งานเคลื่อนย้ายบ่อย ระยะทางไม่ไกลมากนัก

ในลักษณะงานที่มีการเคลื่อนย้ายบ่อยครั้งหรือต่อเนื่องขณะที่มีการผลิต และมีระยะทางในการขนถ่ายที่ระยะทางไม่ไกลมากนัก การใช้รางเลื่อน (conveyor) เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมากในการขนถ่ายวัสดุ และมีความเหมาะสมกับลักษณะการเคลื่อนย้ายลักษณะนี้ เพราะลักษณะของอุปกรณ์ง่ายต่อการทำงาน เช่น ทั้งสามารถทำงานด้วยเครื่องจักรขับเคลื่อน เช่น รางเลื่อนสายพาน หรือรางเลื่อนที่แบบใช้แรงงานคนหรือแรงงานที่ใช้แรงโน้มถ่วง ได้แก่ รางเลื่อนที่ เช่น รางเลื่อนชนิดใช้ล้อกลิ้ง (wheel conveyor) และรางเลื่อนชนิดลูกกลิ้ง (roller conveyor) สามารถใช้กับงานที่เคลื่อนย้ายได้บ่อย ๆ และต้องใช้ระยะทางไม่มาก เนื่องจากถ้ามีระยะ

ทางไกลเกินไปจะเกี่ยวข้องกับต้นทุนของรางเลื่อนที่ต้องเพิ่มมากขึ้นตามระยะทาง การเลือกใช้รางเลื่อนกับพื้นที่ไกลเกินไปอาจไม่เหมาะสมมากนัก ต้องเลือกใช้อุปกรณ์อื่นที่เหมาะสมเข้ามาใช้แทน

(2) งานเคลื่อนย้ายที่สามารถเปลี่ยนแปลงการขนย้ายได้

ในความเป็นจริงการขนย้ายในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีลักษณะที่มีการเคลื่อนย้ายหรือเปลี่ยนแปลงบ่อย ๆ เพื่อความเหมาะสมกับงานและเวลาที่ใช้ การใช้ Industrial Vehicles จะมีความเหมาะสม โดยมีทั้งแบบลากจูง ใช้แรงดัน หรือขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ เช่น รถเข็น รถลากจูงแบบมีขับเคลื่อนพ่วง รถยกปากส้อม ฯลฯ อุปกรณ์ประเภทนี้สามารถใช้เคลื่อนย้ายทั้งแบบหนึ่งจุดเริ่มต้น-หนึ่งจุดหมาย (single load) ซึ่งการขนย้ายแต่ละครั้งมีจุดเริ่มต้น และที่หมายเพียงอย่างละจุดเท่านั้น อุปกรณ์ที่ใช้อาจเป็นรถเข็น หรือรถยกปากส้อม และการเคลื่อนย้ายแบบหลายจุดเริ่มต้น-หลายจุดหมาย (multiple loads) ซึ่งจะมีหลายจุดเริ่มต้น และหลายจุดหมายในแต่ละครั้งของการขนย้าย เช่น อาจมีการหยิบของจากหลาย ๆ จุด ไปส่งยังหลาย ๆ ที่ โดยอุปกรณ์ในการขนย้ายได้แก่ รถลากจูงแบบมีพ่วง หรือรถเข็น

(3) งานที่ต้องการการจัดเก็บและเรียกใช้วัสดุหลากหลายแบบ ในห้องจัดเก็บที่หนาแน่นมาก ๆ

การใช้อุปกรณ์แบบ Automated storage/retrieval systems (AS/RS) จะใช้ในการขนย้ายวัสดุ โดยการนำวัสดุไปเก็บ (store) และนำวัสดุออกมา (retrieve) แบบอัตโนมัติ จากที่จัดเก็บประเภทหิ้งจัดเก็บ (storage rack) โดยมีตำแหน่ง/บริเวณที่เครื่อง AS/RS มารับวัสดุไปจัดเก็บ (Pickup Station) และจุดที่นำวัสดุจากหิ้งจัดเก็บไปส่งเมื่อวัสดุนั้นถูกเรียกใช้ (Deposit Station) อุปกรณ์แบบ AS/RS จะมีทั้งแบบใช้ AS/RS เครื่องเดียวต่อการจัดเก็บ 1 ช่องทาง (aisle) ใช้ AS/RS เครื่องเดียวต่อการจัดเก็บหลายช่องทาง หรือใช้ AS/RS หลายเครื่องในการจัดเก็บ 1 ช่องทาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของพื้นที่จัดเก็บ ความถี่ในการจัดเก็บและเรียกใช้วัสดุ โดยทั่วไปแล้วปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการจัดเก็บและเรียกใช้ของอุปกรณ์แบบ AS/RS จะพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างของหิ้งที่ใช้จัดเก็บ ความเร็วในการเคลื่อนของอุปกรณ์ AS/RS ทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ

(4) งานที่ต้องจัดวัสดุเป็นชุด แยกออกจากกัน

อุปกรณ์ Carousels อุปกรณ์ประเภทนี้มีลักษณะการเคลื่อนคล้ายกับประเภท Conveyor คือ เคลื่อนไปเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่อง เพียงแต่อุปกรณ์ประเภทนี้จะหมุนวนรอบ เช่น การเคลื่อนย้ายที่มีหิ้งหรือชั้นเก็บของไปตามสายพานเป็นรอบ ลักษณะการเคลื่อนมีทั้งแบบหมุนวนในแนวราบและในแนวดิ่ง การใช้อุปกรณ์แบบ Automated storage/retrieval systems (AS/RS) จะใช้ในการขนย้ายวัสดุ โดยการนำวัสดุไปเก็บ (store) และนำวัสดุออกมา (retrieve) แบบอัตโนมัติ จากที่จัดเก็บประเภทหิ้งจัดเก็บ (storage Rack) โดยมีตำแหน่ง/บริเวณที่เครื่อง AS/RS มารับวัสดุไปจัดเก็บ (pickup station) และจุดที่นำวัสดุจากหิ้งจัดเก็บไปส่งเมื่อวัสดุนั้นถูกเรียกใช้ (deposit station) อุปกรณ์แบบ AS/RS จะมีทั้งแบบใช้ AS/RS เครื่องเดียวต่อการจัดเก็บ 1 ช่องทาง (aisle) ใช้ AS/RS เครื่องเดียวต่อการจัดเก็บหลายช่องทาง หรือใช้ AS/RS หลายเครื่องในการจัดเก็บ 1 ช่องทาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของพื้นที่จัดเก็บ ความถี่ในการจัดเก็บและเรียกใช้วัสดุ โดยทั่วไปแล้วปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการจัดเก็บและเรียกใช้ของอุปกรณ์แบบ AS/RS จะพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างของหิ้งที่ใช้จัดเก็บ ความเร็วในการเคลื่อนของอุปกรณ์ AS/RS ทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ

อุปกรณ์ Carousels อุปกรณ์ประเภทนี้มีลักษณะการเคลื่อนคล้ายกับประเภท Conveyor คือ เคลื่อนไปเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่อง เพียงแต่อุปกรณ์ประเภทนี้จะหมุนวนรอบ เช่น การเคลื่อนย้ายที่มีหิ้งหรือชั้นเก็บของไปตามสายพานเป็นรอบ ลักษณะการเคลื่อนมีทั้งแบบหมุนวนในแนวราบและในแนวตั้ง

(5) งานที่สามารถควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์ Automated Guided Vehicle Systems (AGV) อุปกรณ์ประเภท AGV มีลักษณะคล้ายอุปกรณ์ประเภท Industrial Truck แตกต่างที่ AGV ถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ และถูกกำหนดเส้นทางการเดินทางที่ชัดเจน ไม่ต้องใช้คนขับ การเลือกใช้อุปกรณ์ประเภท AGV มักต้องลงทุนสูง ทั้งค่าคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุม การติดตั้งเส้นทางซึ่งอาจมีการฝังสายไวไฟพื้นตามเส้นทาง และตัวรถ AGV เอง การควบคุมอุปกรณ์ประเภท AGV สามารถควบคุมได้หลาย ๆ คนโดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมเพียงชุดเดียว และ AGV แต่ละคันสามารถสื่อสารถึงกันได้ เช่น เพื่อหลีกเลี่ยงการชนกันเอง หรือเพื่อป้องกันการกีดขวางการจราจร หากอีกคันยังอยู่ในจุดรับส่งวัสดุ

(6) งานจำกัดพื้นที่ ไม่ได้ทำการขนย้ายเป็นประจำ

วัสดุมีขนาดรูปร่างขนาดต่างกัน อุปกรณ์ประเภทปั้นจั่นและลูกรอก มีความเหมาะสมกับลักษณะงานที่มีความจำกัดสำหรับพื้นที่ในแนวราบ การขนถ่ายกระทำเป็นครั้งคราวไม่จำเป็นต้องทำอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ และวัสดุที่ถูกขนถ่ายมีรูปร่างที่แตกต่างไม่แน่นอน เช่น การขนย้ายชิ้นส่วนขนาดใหญ่ในโรงงานที่มีพื้นที่ในแนวราบที่จำกัดสามารถใช้ลูกรอกติดตั้งบนเพดานเพื่อการขนย้าย ในบางครั้งอุปกรณ์ประเภทนี้สามารถใช้ในการขนย้ายวัสดุที่มีน้ำหนักมาก เช่น แม่พิมพ์ เครื่องจักร ชิ้นงานขนาดใหญ่ ฯลฯ

(7) งานที่มีปริมาณมาก อยู่ที่สูง

งานชนิดนี้ควรใช้หุ่นยนต์ ที่มีการควบคุมสั่งการทำงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์อัตโนมัติสามารถทำงานได้หลายรูปแบบมีปริมาณงานจำนวนมากต่อเนื่องหรือจะเป็นงานที่อยู่ในที่ค่อนข้างสูง เช่น การเคลื่อนหรือหมุนวัสดุในการเชื่อมชิ้นส่วน

ฉะนั้น การจัดการระบบการขนถ่ายวัสดุถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในองค์การผลิต ถึงแม้ว่า การขนถ่ายวัสดุจะไม่สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าก็ตาม แต่ก็ส่งผลต่อการบริการการผลิตของโรงงานได้เช่นกัน การจัดการระบบการขนย้ายหรือการเคลื่อนย้าย วัสดุ วัตถุดิบ สินค้า ฯลฯ โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องพิจารณาให้รอบคอบในการเลือกใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถลดปัญหาการหยุดกระบวนการผลิต การซ่อมบำรุง ลดต้นทุนในการผลิต และความสูญเสียในรูปแบบของพลังงานที่ใช้ระยะยาวของโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้ภาพรวมซัพพลายเชนขององค์กรมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (บุรณะศักดิ์, 2557)

จะเห็นได้ว่า การขนถ่ายเป็นกิจกรรมที่สัมพันธ์กับกระบวนการผลิตทั้งทางตรงและทางอ้อมอีกทั้งสัมพันธ์ กับเวลา ความเร็ว ความปลอดภัย และค่าใช้จ่ายตลอดจนกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่การขนถ่ายวัตถุดิบไปยัง โรงงานผ่านกระบวนการผลิต จนได้ เป็นผลิตภัณฑ์ออกมา จนกระทั่งถึงมือลูกค้า จากสมการการขนถ่ายวัสดุที่พยายามแยกแยะปัญหาเพื่อการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ วัสดุ การเคลื่อนที่และวิธีการ ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งระบบการขนถ่ายที่มีประสิทธิภาพ การขนถ่ายนับเป็นกิจกรรมที่มีบทบาทสำคัญของโรงงานที่ผู้บริหารควรได้ตระหนักและให้ความสำคัญเพราะเป็นสิ่งที่แปรผันโดยตรงกับเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย

เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตที่สูงขึ้นและต้นทุนที่ต่ำลง อีกทั้งยังสามารถเสริมให้กระบวนการผลิตทำงานได้ใกล้เคียงกับความสามารถที่มีอยู่

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการขนย้ายเป็นจำนวนมาก โรงงานอุตสาหกรรมคงต้องหาวิธีและจัดการระบบการขนย้ายรวมทั้งการพิจารณาเลือกใช้อุปกรณ์ที่ช่วยในการขนย้ายวัสดุเข้ามาใช้ในองค์กร โดยไม่เลือกใช้อุปกรณ์ที่มีศักยภาพต่ำกับปริมาณวัสดุ หรือสินค้าที่ต้องการขนส่งทำให้ไม่เกิดประสิทธิภาพในการขนย้าย หรือการเลือกอุปกรณ์ขนส่งที่ไม่เหมาะสมกับปริมาณงานทำให้สูญเสียต้นทุน เพราะการพิจารณาใช้อุปกรณ์ช่วยในการขนถ่ายวัสดุถือเป็นการลงทุนในอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุนั้นไม่ได้ช่วยเพิ่มค่า (Add Value) แก่สินค้าที่ผลิตแต่อย่างใด เพียงแต่การเลือกใช้อุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุที่เหมาะสมจะช่วยให้เกิดประโยชน์มากมาย เช่น เพิ่มความคล่องตัวและทำให้เกิดความต่อเนื่องในการผลิต ช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่อวัสดุในระหว่างขนถ่าย

2.3 แนวทางการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ

การออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุให้ตรงตามวัตถุประสงค์การใช้งานควรเริ่มจากการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องและความต้องการจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียก่อน เช่น ผู้ประกอบการรถบรรทุกและการรถไฟแห่งประเทศไทยเป็นสิ่งที่สำคัญที่นำมาพิจารณาในการออกแบบ การเก็บข้อมูลเสียงเรียกร้องของลูกค้า (voice of customer: VOC) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงความต้องการดังกล่าว (ขวลิต, 2553; ธนิน และคณะ, 2557) ซึ่งโดยปกติแล้ว VOC นิยมใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในกระบวนการทำงานของการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (quality function deployment: QFD) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Dr.Yoji Akao เมื่อปี ค.ศ. 1972 เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดโครงสร้างเพื่อจัดการออกแบบ วางแผนและพัฒนาผลิตภัณฑ์/ บริการ/ กระบวนการ ซึ่งเน้นที่การตอบสนองความต้องการของลูกค้า/ ผู้รับบริการ/ ผู้ใช้เป็นหลักมากกว่าการพัฒนานวัตกรรมทางด้านเทคโนโลยี โดยเทคนิคนี้จะช่วยระบุความต้องการของลูกค้าได้อย่างชัดเจน และประเมินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ว่าสามารถตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้ามากน้อยเพียงใด ซึ่งงานวิจัยนี้เพียงแต่นำหลักการของ VOC มาใช้ในการพิจารณาร่วมกับการออกแบบเท่านั้น ยังไม่ประยุกต์ใช้กับ QFD

การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายคานึงถึงหลักการสำคัญ 10 ประการ (Stephens and Meyers, 2013) คือ หลักของการวางแผน หลักของมาตรฐาน หลักของการทำงาน หลักของกายศาสตร์ หลักของหน่วยรวมวัสดุ หลักการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ หลักของระบบ หลักการทำงานอัตโนมัติ หลักการด้านสิ่งแวดล้อม และหลักของต้นทุนในรอบการใช้งาน ซึ่งทุกหลักการเป็นสิ่งที่งานวิจัยนี้ได้ให้ความสำคัญทั้งสิ้น

การใช้ประโยชน์ของอุปกรณ์ขนถ่ายเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่ควรพิจารณาเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการขนส่งทั้งด้านต้นทุนและเวลา รวมถึงการจัดวางและการรวบรวมสินค้า (consolidation) เป็นแนวคิดที่นำมาใช้ในการปรับปรุงในการขนส่ง ซึ่งนำไปสู่การปฏิบัติงานที่ใกล้เคียงการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันรถ (full truck load: FTL) ในที่สุด (ค่านาย, 2559)

2.4 การทดสอบอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ

2.4.1 ทฤษฎีการทดสอบการเรียงซ้อน (Stacking Test)

การทดสอบการรับน้ำหนักและการเรียงตัว ดำเนินการทดสอบเทียบเคียงมาตรฐาน ตามมาตรฐาน ISO 2234 (packaging, complete and filled packages, packages, freight transport, mechanical testing, stacking tests, static loading, performance testing) (ISO, 2000) ซึ่งประกอบด้วยทดสอบ 3 รูปแบบ คือ การดำเนินการทดสอบเรียงซ้อนอย่างสมบูรณ์ การเติมบรรจุภัณฑ์หรือหน่วยรวมวัสดุเพื่อการขนส่ง และการใช้ภาระงานคงที่ ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะใช้ในการประเมินความสามารถของบรรจุภัณฑ์หรือหน่วยรวมวัสดุในด้านความแข็งแรงหรือในด้านของการปกป้องเมื่อมีการเรียงซ้อน

2.4.2 ทฤษฎีการทดสอบความต้านแรงกระแทกเมื่อตก (Drop Resistance)

ดำเนินการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 5276 (Standard Test Method for Drop Test of Loaded Containers by Free Fall) (ASTM International, 2004) และตามมาตรฐาน International Safe Transit Association (ISTA, 2008) ISTA 3A - Parcel Delivery System Shipment ซึ่งใช้ประเมินความสามารถของตู้สินค้าที่ทนต่อแรงกระแทกฉับพลันจากการตกแบบอิสระ (Free Fall) หรือใช้ประเมินความสามารถของตู้สินค้าในการปกป้องสินค้าที่บรรจุภายในที่ทนต่อแรงกระแทกฉับพลันจากการตกแบบอิสระ อย่างไรก็ตามอาจใช้มาตรฐานการทดสอบอื่นที่มีความเหมาะสมกับตู้สินค้ามากกว่าได้ เช่น ASTM D 880, ASTM D 6055, ASTM D 6179, ASTM D 4003 เป็นต้น

2.4.3 ทฤษฎีการทดสอบความต้านแรงสั่นสะเทือน (vibration testing of shipping containers by the MTS vibration test system)

การสั่นสะเทือนกรณีที่ขนส่งตู้สินค้า ดำเนินการทดสอบความต้านแรงสั่นสะเทือนเทียบเคียงมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 999-07 (standard test methods for vibration testing of shipping containers) (ASTM International, 2007) โดยใช้ระบบ MTS Vibration ในการทดสอบ ซึ่งตู้ขนส่งสินค้าจะรับความเค้นพลวัตอย่างต่อเนื่องจากยานพาหนะ โดยประเมินจากความเสียหายจริงหรือความเสียหายที่ลดได้จากการบิดค่าการสั่นสะเทือน เนื่องจากการตอบสนองต่อความถี่พ้องหรือความถี่ธรรมชาติ (resonant frequency) อาจรุนแรงพอที่จะทำให้บรรจุภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์เสียหายได้ การระบุความถี่วิกฤตและความเค้นของบรรจุภัณฑ์จะสามารถลดผลกระทบดังกล่าวได้

ผลของการทบทวนวรรณกรรมในเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้เห็นลำดับขั้นตอนของการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ที่ต้องออกแบบและพัฒนาให้สอดคล้องกับรูปแบบการขนส่งทั้งทางถนนและทางราง โดยอยู่บนพื้นฐานการออกแบบที่ตรงตามความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้องต่อไป ซึ่งรายละเอียดการดำเนินงานจะกล่าวถึงในระเบียบวิธีในบทถัดไป

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 กรอบของการวิจัย

ภายใต้ระยะเวลาดำเนินโครงการประมาณ 12 เดือน (ระยะที่ 1 เป็นเวลา 6 เดือน และระยะที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน) งานวิจัยนี้จะดำเนินการขั้นตอนการดำเนินงานและระเบียบวิธีวิจัยในแต่ละขั้น เพื่อนำเสนอผลการวิเคราะห์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

- 1) ต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าที่พร้อมผลิตขายในเชิงพาณิชย์ สำหรับผู้ประกอบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ
- 2) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการใช้งานอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า โดยทดสอบตามมาตรฐานสากล เช่น การรับน้ำหนัก การตกกระแทก และการรับแรงสั่นสะเทือน ภายใต้ขอบเขตของสภาวะการใช้งานที่กำหนด การทดลองใช้งานจริงระหว่างทางขนส่งทางถนนและการขนส่งทางราง รวมถึงแนวทางการปฏิบัติงาน (Work instruction) กับอุปกรณ์ขนถ่าย
- 3) ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและความคุ้มค่าในการผลิตขายในเชิงพาณิชย์ โดยการประเมินต้นทุนที่ใช้ในการผลิต และปริมาณการผลิตขั้นต่ำ

3.2 วิธีการวิจัย

3.2.1 ศึกษาสภาพปัจจุบันของอุปกรณ์ขนถ่าย และลักษณะสินค้า

ดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์การขนส่งสินค้าต่อเนื่องหลายรูปแบบของไทยในปัจจุบัน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลข้อมูลการขนส่งสินค้าระหว่างทางถนนและทางรางของไทยในปัจจุบัน ซึ่งจะมีหน่วยร่วมให้การสนับสนุนด้านข้อมูลต่างๆ เช่น หน่วยร่วมที่เกี่ยวข้อง การรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) สมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย (TTLA) และบริษัท JR Freight (JRF) และอาจรวมไปถึงหน่วยงานที่ขอความร่วมมืออื่นๆ เช่น บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด เป็นต้น ขณะเดียวกันทำการเลือกสินค้าเป้าหมายที่มีขนส่งเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะการขนส่งสินค้าในการดำเนินงานของหน่วยร่วม และเส้นทางเป้าหมายที่มีความถี่ในการส่งสินค้า หรือเป็นเส้นทางสำคัญที่อาจมีต้นทุนขนส่งหรือความเสี่ยงสูง และมีความเป็นไปได้ที่จะมีการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างรถบรรทุกและรถไฟ ซึ่งจะทำให้สามารถเก็บข้อมูล และทดสอบ ทดลองอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ที่สร้างขึ้นได้เพียงพอ และมีความน่าเชื่อถือ รวมทั้งเก็บข้อมูลการดำเนินงานในปัจจุบัน เช่น ต้นทุนการขนส่งแต่ละเที่ยว ค่าเฉลี่ยปริมาณในการขนส่ง การใช้ประโยชน์ของเนื้อที่และปริมาตรในการขนส่ง และมูลค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานด้วยรูปแบบปัจจุบัน และเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานในแต่ละส่วน เช่น การจัดเรียงสินค้า การเปลี่ยนโหมดขนส่ง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความคุ้มค่ากับต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าที่นำเสนอเมื่อเสร็จสิ้นโครงการวิจัย

ดำเนินการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายที่รองรับการขนถ่ายระหว่างทางบกด้วยรถบรรทุกกับทางรางด้วยรถไฟ ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์/เครื่องมือที่ใช้ร่วมระหว่างการขนส่งทางบกและการขนส่งทางราง ได้แก่ หน่วยรวมวัสดุ เช่น พาเลท ตู้คอนเทนเนอร์ เป็นต้น และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนโหมด เช่น รถโฟล์คลิฟท์ รถยก เครน นอกจากนี้ข้อมูลที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายฯ คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อสินค้าและอุปกรณ์ขนถ่าย เช่น ภาระหรือน้ำหนัก มิติของสินค้าหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง แรงกระทำ เช่น แรงสั่นสะเทือน แรงกด การจัดเรียงสินค้าหรือการจัดเรียงหน่วยรวมวัสดุ

3.2.2 พัฒนาดันแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า

การพัฒนาดันแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอนเพื่อให้ได้ต้นแบบที่ตรงกับบริบทและความต้องการในการใช้งานขนถ่ายต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างการขนส่งทางบกด้วยรถบรรทุกและการขนส่งทางรางด้วยรถไฟ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) **กำหนดกรอบแนวคิดอุปกรณ์ขนถ่าย** เริ่มต้นจากการนำข้อมูลที่ได้จาก 3.2.1 พิจารณาร่วมกับความต้องการเบื้องต้นของผู้ใช้ (VOC) ซึ่งได้แก่ TTLA และการรถไฟ รวมถึงการศึกษาดูงาน เช่น JR Freight และไปรษณีย์ไทย เป็นต้น มากำหนดกรอบแนวคิดในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่าย เช่น ความสามารถในการรับน้ำหนัก ขนาดมิติที่เหมาะสมและมีความปลอดภัยต่อการขนส่ง ความสามารถในการใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ขนถ่ายระหว่างเปลี่ยนโหมด น้ำหนักและพื้นที่ในการจัดเก็บเมื่อเลิกใช้งานและความสะดวกในการใช้งาน

2) **เก็บข้อมูลแรงสั่นสะเทือนระหว่างการขนส่ง** เพื่อทราบผลของแรงสั่นสะเทือนที่กระทำต่ออุปกรณ์ขนถ่ายระหว่างการขนส่งในโหมดต่างๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อสภาพของสินค้าและอุปกรณ์ขนถ่ายเอง โดยใช้อุปกรณ์ Vibration data logger ในการเก็บค่าข้อมูลในเส้นทางขนส่งสินค้าทางบกและทางราง อย่างน้อย 3 เส้นทางต่อโหมดขนส่ง

3) **ออกแบบต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่าย** ดำเนินการออกแบบต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่าย เพื่อใช้เป็นแบบในการสร้างต้นแบบเบื้องต้น โดยพิจารณาเลือกวัสดุ กำหนดมิติ ฟังก์ชันการทำงาน และคุณสมบัติในการรับภาระงาน โดยสร้างในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประโยชน์ในการจำลองภาระงาน ภาพประกอบและปรับแก้ไขในแบบในอนาคต

4) **สร้างต้นแบบเบื้องต้นเพื่อให้ผู้ใช้งานวิพากษ์** ส่งแบบให้ผู้ผลิตดำเนินการผลิตต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่าย เพื่อนำต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายดังกล่าวมาให้ TTLA และการรถไฟวิพากษ์ในประเด็นคุณลักษณะภายนอก ความสะดวกในการใช้งาน และความสามารถในการจัดเรียงสินค้า เป็นต้น ทั้งนี้มีการเก็บข้อมูลเวลาในการสร้างต้นแบบ และต้นทุนเบื้องต้นเพื่อใช้ในการพิจารณาด้านความคุ้มค่าและกำลังการผลิตในอนาคตด้วย

5) **ปรับแก้ไขแบบอุปกรณ์ขนถ่าย** นำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ใช้งานมาปรับแก้อีกครั้ง จากนั้นส่งแบบอุปกรณ์ขนถ่ายให้ผู้ที่เกี่ยวข้องพิจารณาอีกครั้งก่อนที่จะสร้างและทดลองใช้งานเต็มระบบ

6) **จำลองการรับภาระงานและ Vibration ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์** เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของอุปกรณ์ขนถ่ายว่าสามารถคงทนและคงสภาพต่อภาระงานและ Vibration ที่กระทำในระหว่างการขนส่ง

ระหว่างการจัดเรียง และระหว่างการขนถ่ายได้ดีเพียงใด รวมทั้งเป็นการยืนยันการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายก่อนที่จะผลิตและทดลองใช้งานเต็มระบบต่อไป

7) **สร้างต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสำหรับใช้ทดสอบขนส่งเต็มระบบ** ดำเนินการสร้างต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายตามจำนวนที่เหมาะสมต่อการขนส่งทั้งทางถนนและทางรางในแต่ละเที่ยววิ่ง เช่น จำนวนอุปกรณ์ขนถ่ายต่อหน่วยรวมวัสดุที่สามารถใช้ระหว่างทางถนนและทางรางได้

3.2.3 ทดสอบการรับน้ำหนัก แรงกระแทก และแรงสั่นสะเทือน

การทดสอบการรับน้ำหนัก แรงกระแทก และแรงสั่นสะเทือน เป็นการทดสอบแบบทำลายโดยใช้ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง หรือมีกระบวนการทดสอบที่เทียบได้กับมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง เช่น

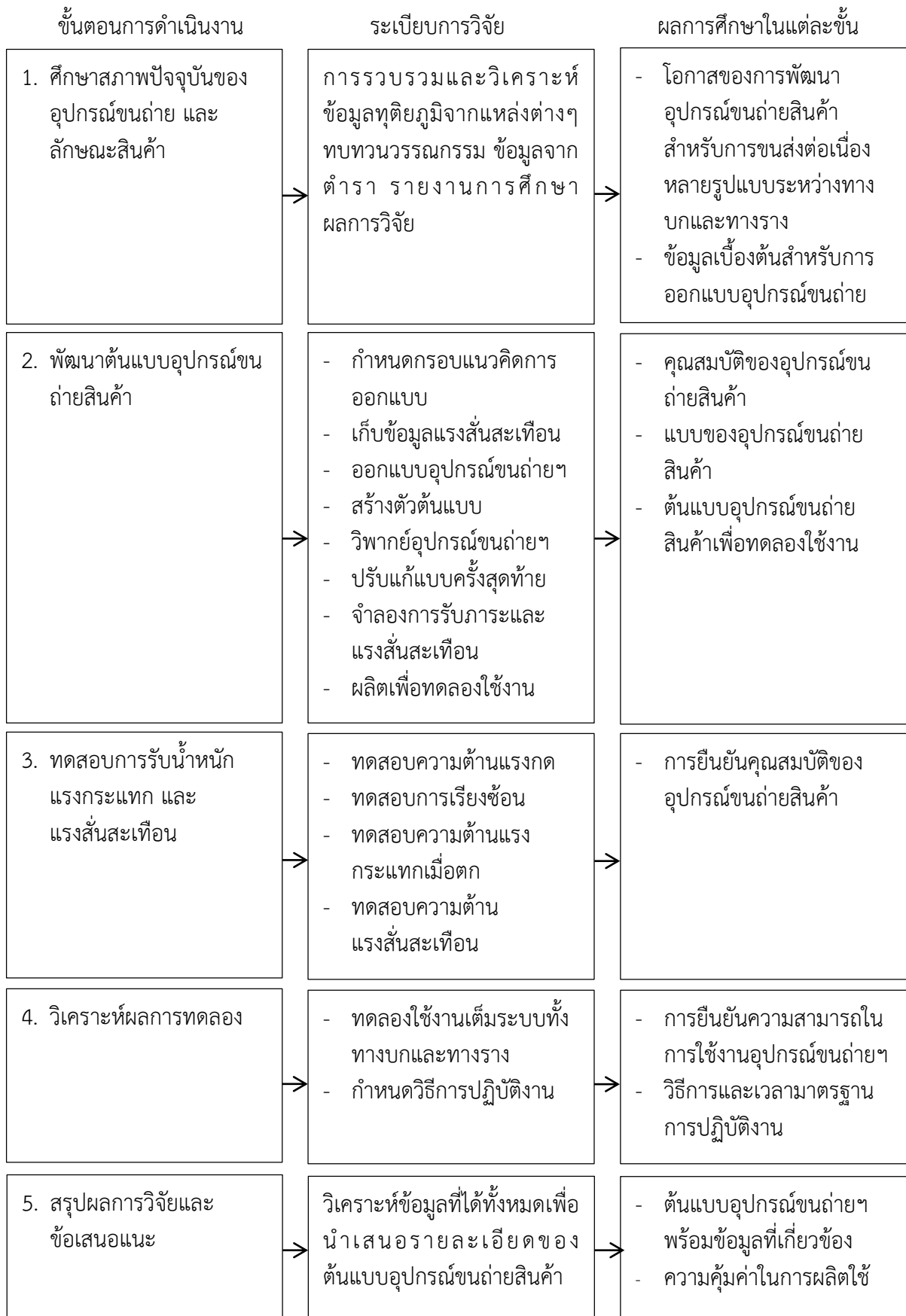
1) การทดสอบการเรียงซ้อน (stacking test) ตามมาตรฐาน ISO 2234 (packaging, complete and filled packages, packages, freight transport, mechanical testing, stacking tests, static loading, performance testing)

2) การทดสอบความต้านแรงกระแทกเมื่อตก (drop resistance) ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 5276 (standard test method for drop test of loaded containers by free fall) และตามมาตรฐาน International Safe Transit Association (ISTA, 2008) ISTA 3A - Parcel Delivery System Shipment

3) การทดสอบความต้านแรงสั่นสะเทือน (vibration testing of shipping containers by the MTS vibration test system) ดำเนินการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 999 (standard test methods for vibration testing of shipping containers) โดยใช้โปรแกรม Solidwork ในการจำลองการทดสอบแทน เนื่องจากข้อจำกัดด้านห้องปฏิบัติการทดสอบ

3.2.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

นำผลที่ได้จากการทดลองขนส่งเต็มระบบทั้งทางบกและทางราง ในเส้นทางหลักที่ได้มีการเก็บข้อมูลมาแล้วใน 3.2.2 และผลจากการทดสอบการรับน้ำหนัก แรงกระแทก และแรงสั่นสะเทือนใน 3.2.3 มาวิเคราะห์ผลทั้งในด้านของความสามารถในการใช้งาน เช่น เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ปริมาณสินค้าที่ขนส่งได้ต่อเที่ยว สภาพอุปกรณ์ขนถ่ายหลังผ่านการใช้งาน การป้องกันสินค้า เป็นต้น รวมทั้งวิเคราะห์ในด้านความคุ้มค่าในการใช้งาน และอายุการใช้งาน



ภาพที่ 15 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัยตามกรอบแนวคิดงานวิจัยใน 3 ประเด็น คือ

- 1) ต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าที่พร้อมผลิตขายในเชิงพาณิชย์ สำหรับผู้ประกอบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ
- 2) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการใช้งานอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า
- 3) ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและความคุ้มค่าในการผลิตขายในเชิงพาณิชย์

3.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละช่วงระยะเวลา (แบ่งเป็นราย 6 เดือน)

ระยะเวลา	กิจกรรม	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
6 เดือนที่ 1	- ศึกษาสภาพปัจจุบันของอุปกรณ์ขนถ่ายและลักษณะสินค้า - พัฒนาด้านแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า - ทดสอบการรับน้ำหนัก แรงกระแทก และแรงสั่นสะเทือน	- ลักษณะของอุปกรณ์และกระบวนการขนถ่ายสินค้าทั้งทางถนนและทางราง ต้นทุนระยะเวลา เทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบัน รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้า - แบบชิ้นงานอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า ที่ออกแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ - ต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า สำหรับทดสอบประสิทธิภาพด้านการรับน้ำหนัก แรงกระแทก และแรงสั่นสะเทือน - ผลการทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า ด้านการรับน้ำหนัก แรงกระแทก และแรงสั่นสะเทือน - ผลการทดลองการใช้งานจริงภายในตู้สินค้า และพื้นที่จัดเก็บ ณ สถานีขนส่งสินค้า
6 เดือนที่ 2	- วิเคราะห์ผลการทดลอง - สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	- ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการใช้งานอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า - ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและความคุ้มค่าในการผลิตขายในเชิงพาณิชย์ - ต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าที่พร้อมผลิตขายในเชิงพาณิชย์ สำหรับผู้ประกอบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ ซึ่งกำหนดขอบเขตการใช้งานระหว่างทางขนส่งทางถนน และการขนส่งทางราง มีผลการวิจัยตามกรอบแนวคิดงานวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ศึกษาสภาพปัจจุบันของอุปกรณ์ขนถ่ายและลักษณะสินค้า

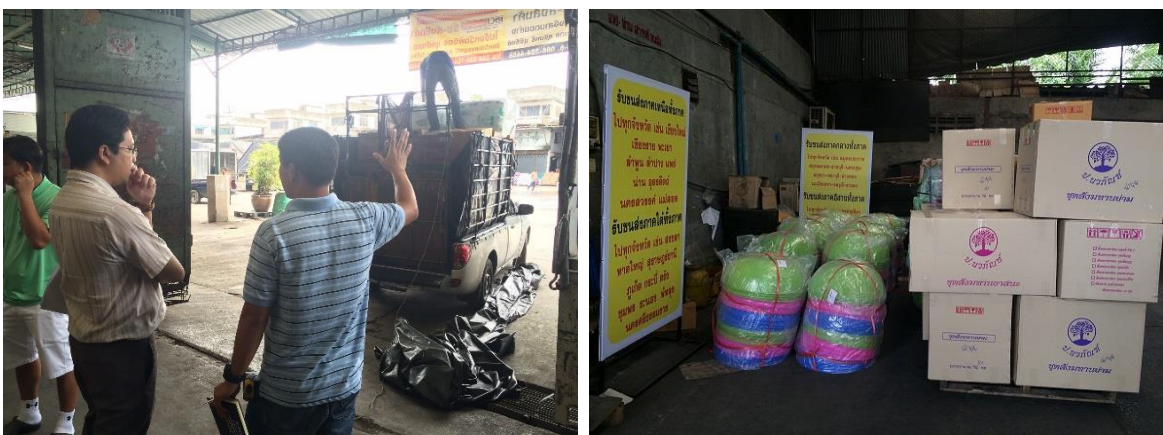
การศึกษาดูงานสภาพการดำเนินงานในปัจจุบันของหน่วยร่วม และหน่วยงานที่ขอความร่วมมือ เช่น อุปกรณ์ขนถ่าย และลักษณะสินค้า ตลอดจนโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้า โดยมีรายละเอียดเป็นดังนี้

1) สมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย (TTLA) ศึกษาสภาพการดำเนินงานในปัจจุบันที่ศูนย์กระจายสินค้าของผู้ประกอบการที่เป็นสมาชิกของ TTLA ณ พุทธมณฑล สาย 2 และพุทธมณฑล สาย 3 โดยมีข้อมูลที่น่าสนใจคือ

- อุปกรณ์ขนถ่ายระหว่างโหมด คือ พาเลท ขนาดมาตรฐาน 1.0 x 1.2 m
- สินค้าที่ขนส่งมีน้ำหนักสูงสุด 1.2 Ton ต่อพาเลท
- วางสินค้าได้สูงไม่เกิน 1.5 m และไม่สามารถวางซ้อนพาเลทได้
- ชนิดของสินค้าส่วนใหญ่เป็นของอุปโภคบริโภค เช่น เครื่องดื่มกระป๋อง เครื่องดื่มชูกำลัง ขนม

กรุบกรอบ ยาสีฟัน เป็นต้น โดยมีการพิจารณารูปแบบการจัดเรียง ความสูงและมิติโดยทั่วไป

- การขนส่งทางถนนใช้รถบรรทุกคอก หรือใช้รถบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุต
- อุปกรณ์ขนถ่ายระหว่างคลังสินค้ากับรถบรรทุกคือ โพรคลิฟท์



ภาพที่ 16 สภาพปัจจุบันของการขนส่ง ณ สถานีขนส่งสินค้าพุทธมณฑล สาย 2



ภาพที่ 17 สภาพปัจจุบันของการขนส่ง ณ สถานีขนส่งสินค้าพุทธมณฑล สาย 3

สรุปผลการศึกษาข้อมูล TTLA

การขนส่งสินค้าทางถนนในปัจจุบัน มีสินค้าที่ค่อนข้างหลากหลาย ทำให้รูปแบบและมิติของการจัดเรียงสินค้าบนพาเลทยังไม่เป็นมาตรฐาน ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของอุปกรณ์ขนถ่าย รวมถึงไม่สามารถใช้ประสิทธิภาพของตู้คอนเทนเนอร์ได้เต็มที่จากการใช้ประโยชน์ในแนวดิ่งได้เพียง 1.5 เมตร ซึ่งเหลือระยะอีก 0.7 เมตร หากเทียบการใช้ประโยชน์ของตู้คอนเทนเนอร์จะใช้เพียงร้อยละ 57 เท่านั้น ขณะเดียวกันการขนถ่ายระหว่างโหมด และการขนส่งด้วยรถบรรทุกไม่มีการป้องกันที่ดีทำให้มีโอกาสที่สินค้าจะเกิดความเสียหาย เช่น ตกหล่น หรือยุบตัวอันเนื่องมาจากการซ้อนสูงเกินความสามารถของบรรจุภัณฑ์

2) บริษัท JR Freight (JRF)

การศึกษาดูงานประเทศญี่ปุ่น และมีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ โดยเฉพาะการขนส่งระหว่างทางบกและทางราง ซึ่งมีขอบเขตการศึกษาเริ่มจากบริษัทขนส่งรับสินค้าขึ้นรถบรรทุก นำมาส่งที่ศูนย์ขนส่งสินค้าทางราง สิ้นสุดที่นำสินค้าขึ้นตู้คอนเทนเนอร์ อาจแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ

1) อุปกรณ์ขนถ่ายทางบก – จากการศึกษาดูงานพบว่า สินค้าที่ถูกส่งมาจากลูกค้าทางรถบรรทุกจะถูกจัดวางใส่ไว้ในกรง (Cage) ขนาดประมาณ 60 x 80 x 160 เซนติเมตร พร้อมฐานที่มีล้ออยู่ 4 มุม สูงจากพื้นประมาณ 10 เซนติเมตร ดังภาพที่ 18 มีล้อที่สามารถล็อกไม่ให้เคลื่อนที่ได้ระหว่างขนส่งจากลูกค้ามายังศูนย์ขนส่งสินค้าทางราง โดยสามารถบรรจุลงในตู้สินค้าของรถบรรทุก 6 ล้อ ได้ 12 กรงต่อตู้บรรทุก ซึ่งรถบรรทุกจะต้องมี Tail lift เพื่อช่วยยกกรงลงสู่พื้นด้วย มีลักษณะที่มีตะแกรง 3 ด้าน มีราว (bar) ที่มีตะขอสำหรับล็อกในด้านการเปิดโล่งไว้ ดังภาพที่ 19 มีฐานรองที่สามารถพับขึ้นได้และด้าน 1 ด้านที่สามารถพับเก็บเข้ากับด้านอื่นเมื่อพับเรียบร้อยจะมีลักษณะเป็นตัววี (V) ที่สามารถซ้อนในแนวนอนได้ โดยสินค้าส่วนใหญ่เป็นสินค้าอุปโภคบริโภคดังภาพที่ 18 ซึ่งมีลักษณะเป็นสินค้าย่อยคล้ายกับสินค้าที่ใช้ในงานวิจัยนี้ แต่จำนวนของลูกค้านั้นละรายที่นำส่งมาด้วยกรง มีปริมาณน้อย แตกต่างจากการขนส่งสินค้าในงานวิจัยที่นี้ส่งเป็นจำนวนที่มากกว่า

และไม่ต้องการจัดเรียงสินค้าใหม่ เช่น ส่งสินค้าเต็มพาเลท ทำให้กรงที่ JRF ใช้ อาจไม่เหมาะกับงานวิจัยนี้ รวมถึงหากมีน้ำหนักสินค้ามากการใช้ล้อเป็นฐานอาจไม่สามารถรักษาสภาพขณะขนส่งได้



ภาพที่ 18 กรงสำหรับบรรทุกสินค้าขนส่งทางถนน



ภาพที่ 19 รายละเอียด และลักษณะการเก็บกรง

2) อุปกรณ์ขนถ่ายทางราง – สินค้าจากรถบรรทุกจะถูกลำเลียงใส่ในตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 12 ฟุต หรือ 3.6 เมตร รับน้ำหนักได้ 5 ตัน (ไม่รวมน้ำหนักตู้คอนเทนเนอร์อีกประมาณ 2 ตัน) ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ ตู้คอนเทนเนอร์สำหรับขนส่งสินค้าทั่วไป กับตู้คอนเทนเนอร์สำหรับขนส่งสินค้าบริโภค ดังภาพที่ 20 โดยตู้คอนเทนเนอร์มีการออกแบบให้มีห่วงขอเกี่ยว มีช่องระบายอากาศ มี RFID Tag (Passive Type) ที่เรดโฟลด์ลิฟท์ซึ่งใช้ยกจะอ่านรหัสได้ ดังภาพที่ 21 - 23 ฐานของตู้สินค้าออกแบบให้สนับสนุนการยึดด้วยหมุด 4 ด้าน เหมือนกับตู้คอนเทนเนอร์ทั่วไป และเพิ่มเติมตำแหน่งการยึดด้วยสลักตรงกลางตู้ เป็นการบังคับให้ต้องยึดตู้ทุกครั้งเมื่อวางบนแคร่ของโบกี้รถไฟ ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 20 ตู้คอนเทนเนอร์สำหรับสินค้าทั่วไป (ข้าว) และสำหรับสินค้าบริโภค (ข้าว)



ภาพที่ 21 ห่วงขอเกี่ยว



ภาพที่ 22 ช่องระบายอากาศ ภายใน (ซ้าย) และภายนอก (ขวา)



ภาพที่ 23 RFID Tag และ RFID Reader ที่รถโฟล์คลิฟท์



ภาพที่ 24 หมุดยึดมุมตู้และสลักยึดกลางตู้

3) การจัดเรียงสินค้า – เมื่อลำเลียงสินค้าลงจากกรงที่ขนมาทางรถบรรทุก สินค้าจะถูกจัดเรียงในตู้คอนเทนเนอร์ตามปลายทางซึ่งมีฉลากปิดไว้ที่กรง การเรียงสินค้าไม่มีรูปแบบที่แน่นอนมีเพียงจัดวางสินค้าที่มีน้ำหนักไว้มาก่อน แล้วจำแนกกลุ่มสินค้าด้วยตาข่ายสีเขียวเท่านั้น ดังภาพที่ 25

สรุปผลการศึกษาข้อมูล JRF

การขนส่งสินค้าจากลูกค้าด้วยการขนส่งทางถนนเพื่อเปลี่ยนโหมดการขนส่งทางรางมีอุปกรณ์ขนถ่าย 2 ส่วนคือ กรงและตู้คอนเทนเนอร์ อย่างไรก็ตามการใช้กรงมีข้อสังเกตคือ รับน้ำหนักสินค้าได้น้อย และมีการใช้เวลาในการแยกสินค้าและจัดเรียงสินค้าใหม่ รวมถึงอาจเกิดความเสียหาย/สูญหายของสินค้าได้ หากมีการลดชนิดของอุปกรณ์ขนถ่ายจะช่วยปัญหาดังกล่าวได้ ทำให้ประหยัดเวลาและลดความผิดพลาดได้ จุดที่ควรนำมาใช้เป็นตัวอย่างอีกจุดคือ อุปกรณ์และเทคโนโลยีสนับสนุนคือ RFID Tag และโฟรคลิฟท์ มีการจัดการที่เป็นระบบ



ภาพที่ 25 การจัดเรียงสินค้าในตู้คอนเทนเนอร์

3) บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด

การศึกษาดูงานบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด ณ ศูนย์ไปรษณีย์นครหลวง และศูนย์ไปรษณีย์ด่วนพิเศษ กรุงเทพฯ พบว่า มีการใช้งานอุปกรณ์ขนถ่ายหลายรูปแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะสินค้า และน้ำหนักของสินค้า โดยตัวอย่างของอุปกรณ์ขนถ่าย เช่น กรง (มีขนาดใหญ่กว่าของ JRF และมีที่ปิดด้านบน) ดังภาพที่ 26 กล่องพลาสติกที่พับเก็บได้แบบมีฝาในตัวและมีฝาปิดแยกขนาดใหญ่ ดังภาพที่ 27 – 28 และ Mesh pallet ดังภาพที่ 29



ภาพที่ 26 การศึกษาดูงาน บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด – กรง



ภาพที่ 27 การศึกษาดูงาน บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด - กล่องพลาสติกเล็ก



ภาพที่ 28 การศึกษาดูงาน บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด - กล่องพลาสติกใหญ่



ภาพที่ 29 การศึกษาดูงาน บริษัท ไพรศรัณย์ไทย จำกัด – Mesh pallet

สรุปผลการศึกษาข้อมูล บริษัท ไพรศรัณย์ไทย จำกัด

การขนส่งสินค้าของบริษัท ไพรศรัณย์ไทย จำกัด ค่อนข้างมีความหลากหลาย ทั้งเอกสาร สินค้าอุปโภคบริโภค รวมถึงขนาดและลักษณะของสินค้าที่แตกต่างกันหลายกลุ่ม ทำให้มีอุปกรณ์ขนถ่ายหลายรูปแบบเช่นกัน อุปกรณ์ขนถ่ายที่มีความใกล้เคียงกับบริบทของการขนส่งทางบกและทางรางในงานวิจัยนี้ คือ กล่องพลาสติกใหญ่ และ Mesh pallet ซึ่งสามารถจุสินค้าที่มีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักและสามารถป้องกันสินค้าระหว่างการขนส่งได้ รวมทั้งสามารถใช้งานกับรถยกลากพาเลท (Hand lift) และรถโฟล์คลิฟท์ ที่มีใช้งานในการดำเนินงานของ TTLA ได้เช่นเดียวกัน อุปกรณ์ขนถ่ายนี้อาจใช้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบได้ นอกจากนี้จุดที่ควรนำมาใช้เป็นตัวอย่างอีกจุดคือ อุปกรณ์และเทคโนโลยีสนับสนุนคือ Barcode

4.2 พัฒนาด้านแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า (ขวลิต และชนะ, 2560)

การดำเนินงานพัฒนาด้านแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าอยู่ในส่วนของการปรับแก้แบบก่อนที่จะมีการผลิตจริงเป็นจำนวนหลายชิ้น เพื่อใช้งานเต็มระบบทั้งการขนส่งทางบกและทางราง โดยเริ่มตั้งแต่การกำหนดกรอบแนวคิดการออกแบบ การเก็บข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น แรงสั่นสะเทือน การออกแบบและสร้างต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายเพื่อให้ผู้มีส่วนได้เสียได้เห็นตัวแบบและวิพากษ์ได้ และสุดท้ายการปรับแก้แบบก่อนที่จะเริ่มผลิตจริง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) กำหนดกรอบแนวคิดอุปกรณ์ขนถ่าย

การประชุมกลุ่มย่อยร่วมกับสมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย ซึ่งนับเป็นกลุ่มผู้ใช้ที่มีความต้องการใช้งานอุปกรณ์ขนถ่ายเพื่อรวมบรมความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะของอุปกรณ์และกระบวนการขนถ่ายสินค้าทั้งทางรางและทางถนน ต้นทุน ระยะเวลา เทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบัน

- ต้องการความสะดวกในการยกขนและขนถ่าย
- ความคุ้มค่าในการขนส่งแต่ละเที่ยว
- ต้องใช้ได้ทั้งในกรณีสินค้าไม่มีพาเลท และมีพาเลทติดมาด้วย
- ยึดหย่อนเอาตรงความสูง (เดิมบรรจุสินค้าบนพาเลทได้สูงไม่เกิน 1.5 เมตร)
- ช่วงฐานให้สามารถปรับเข้าได้กับพาเลทขนาดมาตรฐานอย่างน้อย 2 ขนาด 1 x 1 กับ 1 x

1.2 เมตร

- ความสูงให้ปรับระดับได้ตามขนาดกล่องสินค้า สูงสุดไม่เกินขอบบนของตู้คอนเทนเนอร์
- ใช้กับตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุต หรือขนาดที่ใส่บนแคร่รถไฟได้
- รับน้ำหนักได้ต่อหนึ่งพาเลท ได้ถึง 1.2 ตัน



ภาพที่ 30 การประชุมกลุ่มย่อย

2) เก็บข้อมูลแรงสั่นสะเทือนระหว่างการขนส่ง

แรงสั่นสะเทือนเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการคงสภาพของสินค้าระหว่างการขนส่ง การจัดเรียง และการเปลี่ยนโหมด นอกเหนือจากปัจจัยด้านรูปแบบการจัดเรียงและภาระที่กระทำต่ออุปกรณ์ขนถ่ายแล้ว จากการประชุมกลุ่มย่อยตามหัวข้อที่ 4.2.1 ได้ข้อสรุปว่าจะดำเนินการเก็บข้อมูลแรงสั่นสะเทือนการขนส่งทางถนนด้วยรถบรรทุกที่มีตู้คอนเทนเนอร์อย่างน้อย 3 ใน 5 เส้นทางด้วยกัน ดังนี้

- กรุงเทพฯ – หาดใหญ่
- กรุงเทพฯ – เชียงใหม่
- กรุงเทพฯ – เลย

- กรุงเทพฯ – อุบลราชธานี
- กรุงเทพฯ – แพร่

สำหรับการดำเนินการเก็บข้อมูลแรงสั่นสะเทือนการขนส่งทางรางด้วยรถไฟที่มีตู้คอนเทนเนอร์ กำหนดไว้อย่างน้อย 3 ใน 5 เส้นทางเช่นเดียวกัน แต่อยู่ระหว่างการประสานงานกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

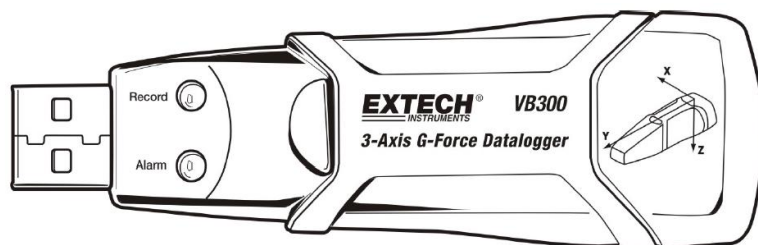
การเก็บข้อมูลแรงสั่นสะเทือนใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Vibration data logger ยี่ห้อ EXTECH รุ่น VB300 โดยมีการแนะนำวิธีการใช้งานในการประชุมย่อยในหัวข้อ 4.2.1 ด้วยเช่นเดียวกันตามภาพที่ 32 และเอกสารแนบดังภาคผนวก ก



ภาพที่ 31 การแนะนำการติดตั้งและใช้งาน Vibration data logger รุ่น VB300

ปัจจุบันคณะทำงานวิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลแรงสั่นสะเทือนเสร็จสิ้นแล้ว 3 เส้นทางในโหมดการขนส่งทางบกด้วยรถบรรทุก คือ กรุงเทพฯ-เชียงใหม่ กรุงเทพฯ-หาดใหญ่ และกรุงเทพฯ-เลย โดยมีตัวอย่างรูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์ในเส้นทาง กรุงเทพฯ-หาดใหญ่ ดังภาพที่ 33 จำนวน 8,901 ข้อมูล มีหน่วยวัดแรงสั่นสะเทือนเป็น g และมีผลการเก็บข้อมูลดังภาพที่ 34 ดังนี้

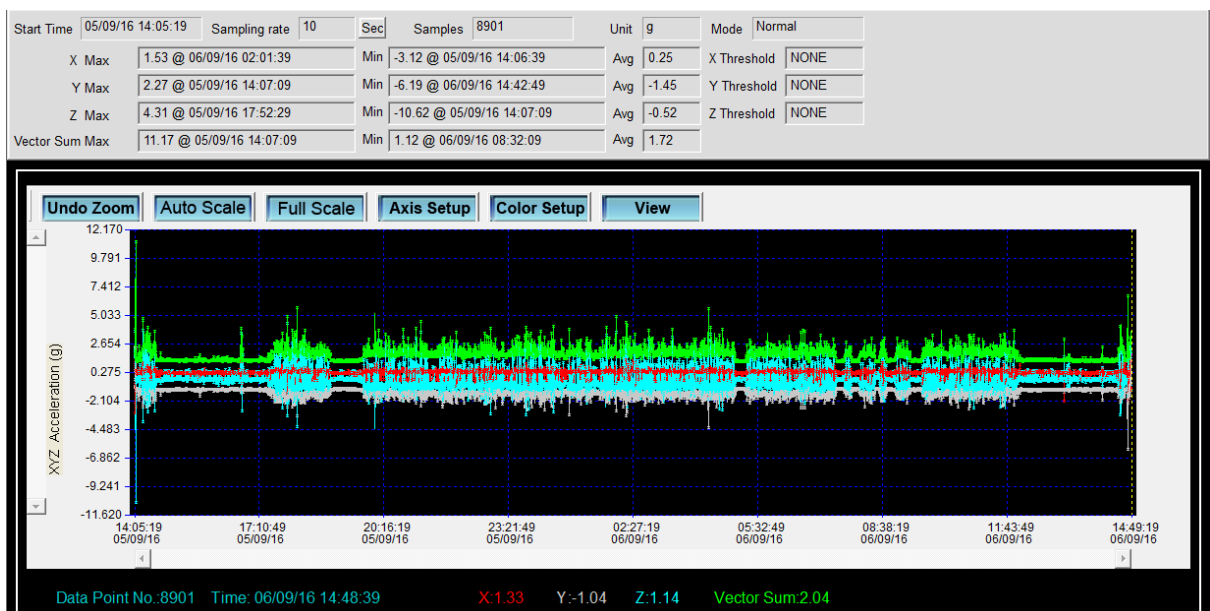
หมายเหตุ: ค่าที่แสดงในภาพที่ 34 เป็นค่าที่ต้องมีการปรับแก้ก่อนนำมาใช้งานเนื่องจากการติดตั้งในแนวตั้ง ขณะที่อุปกรณ์ได้มีการตั้งค่าปกติไว้ในการติดตั้งด้วยแนวนอน ดังภาพที่ 33



ภาพที่ 32 ค่าปกติของแนวแกน XYZ ประจำอุปกรณ์ Vibration data logger รุ่น VB300



ภาพที่ 33 ตัวอย่างการติดตั้ง Vibration data logger ในตู้คอนเทนเนอร์



ภาพที่ 34 ตัวอย่างข้อมูลแรงสั่นสะเทือนเส้นทาง กรุงเทพฯ – หาดใหญ่

3) ออกแบบต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่าย

การออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลในหัวข้อที่ 4.2.1 และข้อจำกัดของการขนส่งด้วยตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งมีข้อจำกัดที่มีมิติภายในตู้คอนเทนเนอร์ โดยมีเป้าหมายให้สามารถใช้ประสิทธิภาพของความจุให้ถึงร้อยละ 80 ดังตารางที่ 1 รวมถึงออกแบบให้มีขนาดภายนอกอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างการขนส่งทางถนน และการขนส่งทางรางที่เป็นมาตรฐาน โดยเลือกอุปกรณ์ขนถ่ายชนิด Mesh pallet ให้มีขนาดเทียบเท่ากับ Pallet 100 x 120 cm. สูง 115 cm. (ขนาด 110*110*115 cm. มีประสิทธิภาพการใช้งานมากกว่า แต่ไม่ใช่ขนาดใช้งานที่ผู้ประกอบการต้องการ) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกรขนส่งรูปแบบเดิมที่วางสินค้าบนพาเลทแล้วจะวางได้สูงไม่เกิน 1.5m จะใช้ประสิทธิภาพของความจุได้เพียงร้อยละ 57 เมื่อใช้พาเลทขนาด 100 x 120 cm. โดยมีแบบร่างก่อนที่จะสร้างในโปรแกรมออกแบบดังภาพที่ 4.20 – 4.21

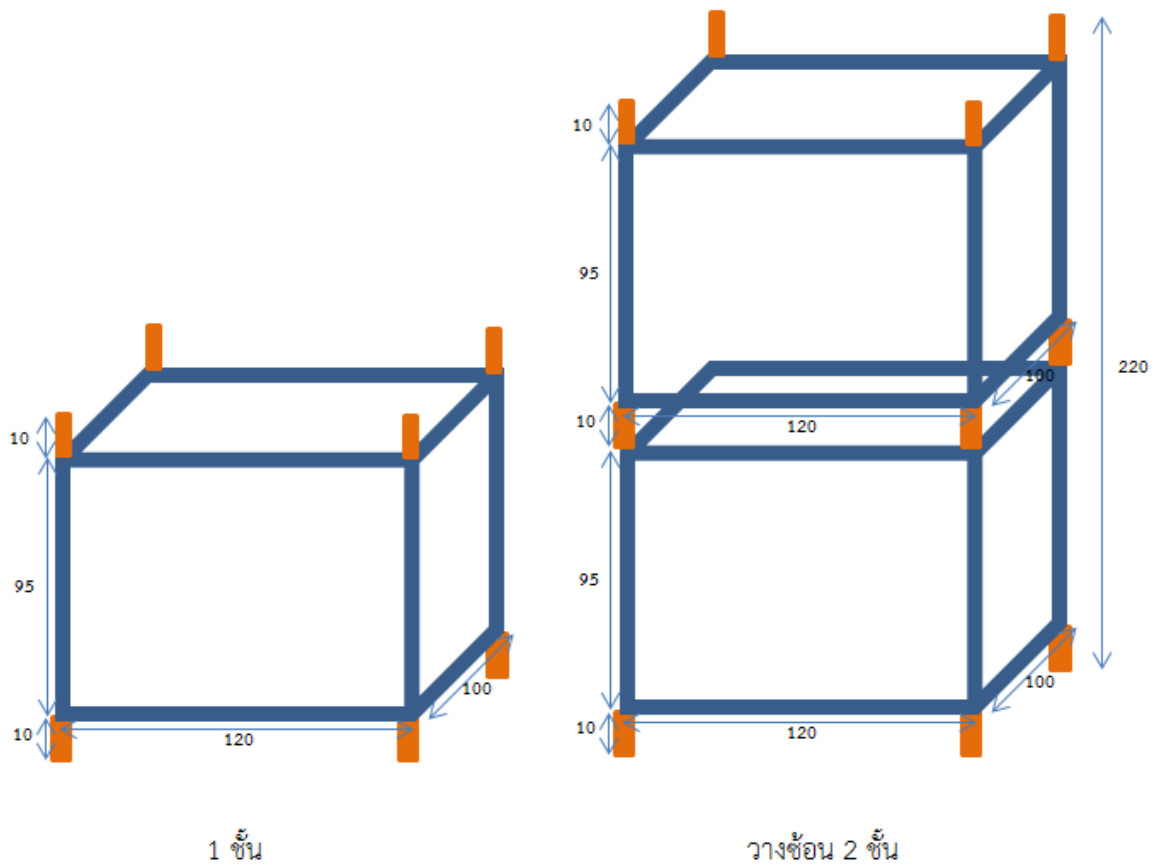
ตารางที่ 1 การพิจารณาขนาด Mesh Pallet ที่เหมาะสม

ขนาด Mesh Pallet (cm)	ขนาดเมื่อวางซ้อน (cm)	จำนวน Mesh Pallet/ตู้ (20')	ระยะว่าง ด้านบน (cm) ¹	ระยะว่าง ด้านข้าง (cm) ¹	ระยะว่าง ด้านยาว (cm) ¹	ประสิทธิภาพการใช้งานตู้คอนเทนเนอร์
100*120*110	100*120*210	20	17	33	109	80.89%
100*120*115	100*120*220	20	7	33	109	84.74%
100*100*110	100*100*210	20	17	33	89	67.41%
100*100*115	100*100*220	20	7	33	89	70.62%
100*110*110	100*110*210	20	17	33	39	74.15%
100*110*115	100*110*220	20	7	33	39	77.68%
110*110*110	110*110*210	20	17	13	39	81.57%
110*110*115	110*110*220	20	7	13	39	85.45%

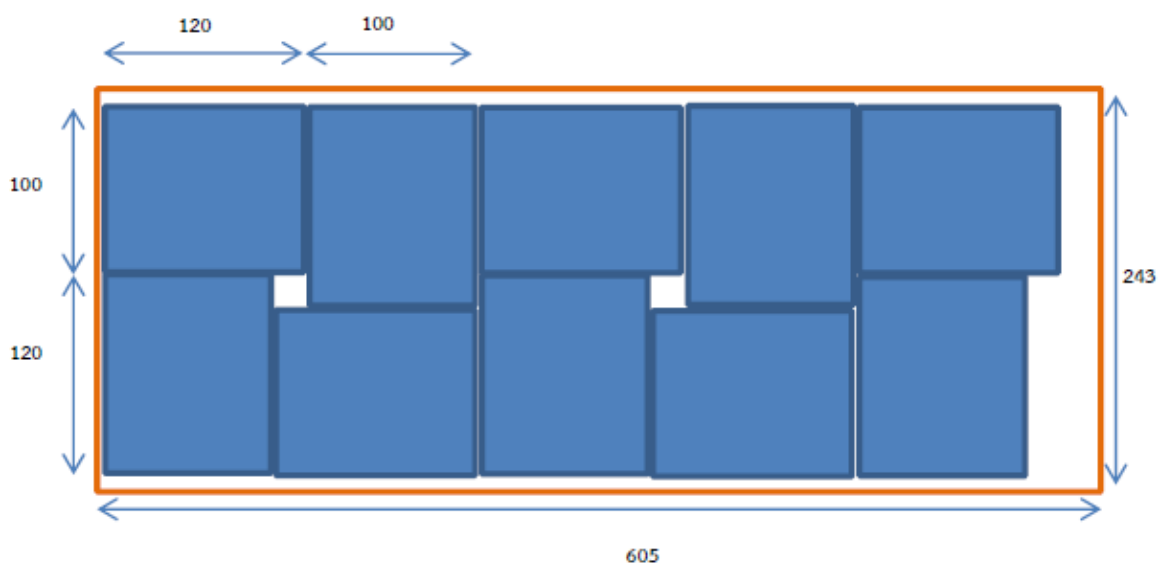
¹ขนาดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 233*589*227cm (กว้าง*ยาว*สูง) เมื่อพิจารณาจากประตูทางเข้า (ให้ระยะคานและเสาข้าง)

หมายเหตุ

1. ขนาด Mesh pallet 100*120*115cm
2. ขนาด Mesh pallet เมื่อวางซ้อน 100*120*220cm
3. ระยะสวม 10cm (วาง Mesh pallet ซ้อน) โดยเสาด้านบนของ Mesh pallet ตัวล่าง จะสวมเข้ากับฐานของ Mesh pallet ตัวบน
4. เพื่อระยะของการยก Forklift ดังนั้นถ้ามีระยะมากกว่า 5cm ถือว่าสามารถส่ง Mesh pallet เข้าสู่ตู้คอนเทนเนอร์ได้

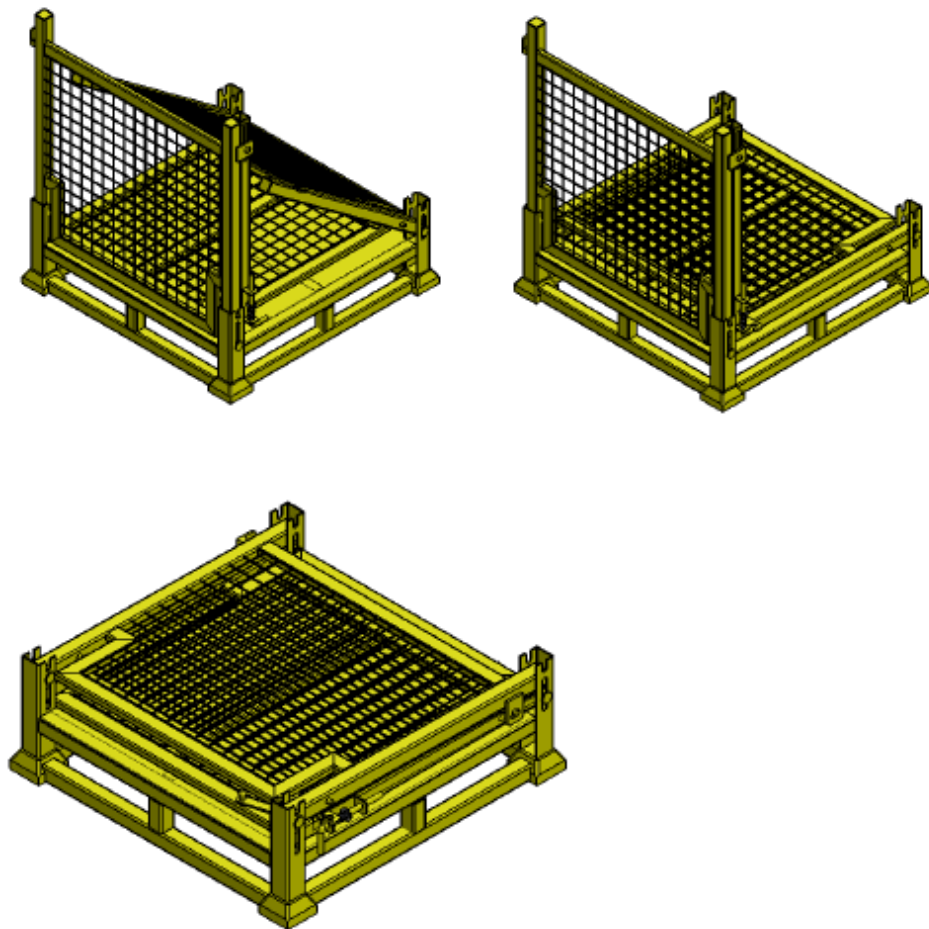
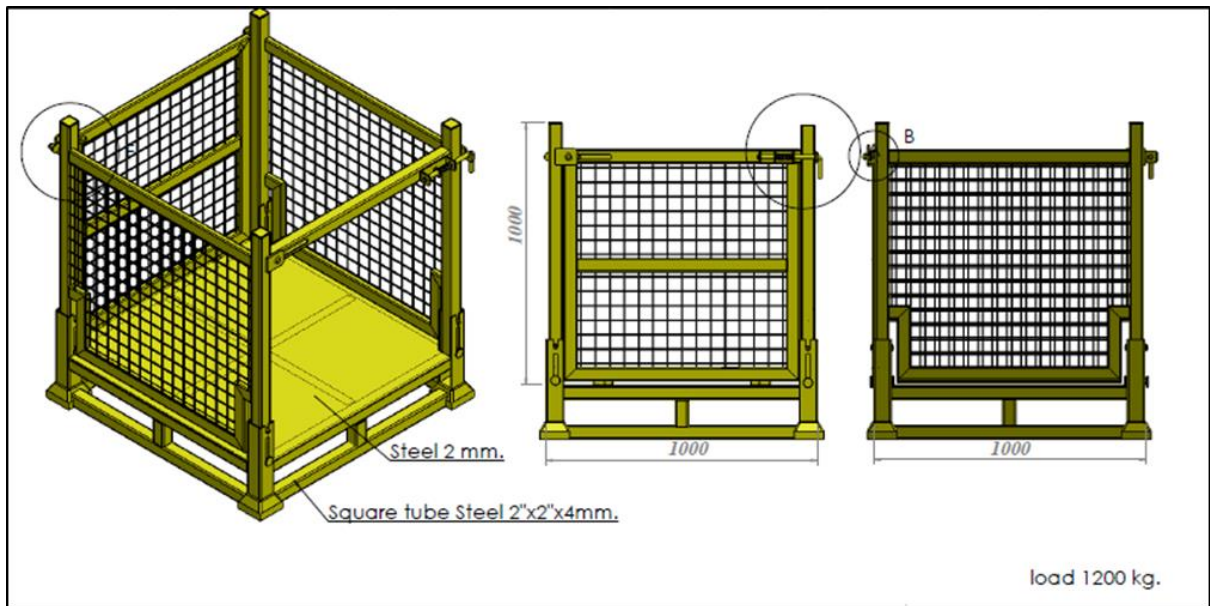


ภาพที่ 35 แนวคิดมิติและการใช้งานอุปกรณ์ขนถ่ายฯ



ภาพที่ 36 แนวคิดการจัดวางการจัดเรียง Mesh pallet ในตู้คอนเทนเนอร์ (Top view)

จากข้อมูลและแนวคิดในการออกแบบ Mesh pallet ข้างต้น คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยแสดงภาพเมื่อใช้งาน และหยุดใช้งานดังภาพที่ 4.22



ภาพที่ 37 ต้นแบบ Mesh pallet ในโปรแกรมออกแบบ

4) สร้างต้นแบบเบื้องต้นเพื่อให้ผู้ใช้งานวิพากษ์

ส่งแบบให้ผู้ผลิตดำเนินการผลิตต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่าย เพื่อนำต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายดังกล่าวมาให้ TTLA และการรถไฟวิพากษ์ในประเด็นคุณลักษณะภายนอก ความสะดวกในการใช้งาน และความสามารถในการจัดเรียงสินค้า เป็นต้น ทั้งนี้มีการเก็บข้อมูลเวลาในการสร้างต้นแบบ และต้นทุนเบื้องต้นเพื่อใช้ในการพิจารณาด้านความคุ้มค่าและกำลังการผลิตในอนาคตด้วย ซึ่งการผลิตต้นแบบเบื้องต้น 2 ชุด ดังภาพที่ 38 ใช้เวลาในการผลิตนาน 1 สัปดาห์ เนื่องจากเป็นการผลิตแบบตามสั่ง อย่างไรก็ตามหากมีการผลิตเป็นจำนวนมาก มีการเตรียมวัตถุดิบที่เป็นระบบ จะทำให้ใช้เวลาในการผลิตสั้นลง



ภาพที่ 38 ต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า

ภายหลังการวิพากษ์และทดลองจัดเรียงสินค้าโดยสมาชิกของ TTLA ดังภาพที่ 4.24 ได้ข้อสรุปเพื่อการปรับปรุงแบบของต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ ดังนี้

1) ปรับคันเหล็กด้านล่างให้บางลง (เดิมเหล็ก 2 นิ้ว) เพื่อให้สามารถสอด Hand lift เข้าไปได้ทั้ง 4 ด้าน เนื่องจากต้นแบบนี้ใช้กับงานของโฟรคลิฟท์ได้เพียงอย่างเดียว แต่การปฏิบัติงานจริงจะมีการใช้ Hand lift เคลื่อนย้ายอุปกรณ์ขนถ่ายภายในตู้คอนเทนเนอร์ ดังภาพที่ 39

2) ปรับความสูง เนื่องจากตอนออกแบบคาดว่าจะระยะ 10 เซนติเมตร จะสวมเข้าได้พอดี แต่สวมได้เพียง 5 เซนติเมตร ซึ่งมีความเสี่ยงในการหลุดจากเข้าในระหว่างขนส่ง โดยมีโจทย์ว่า ความสูงรวมไม่เกิน 220 เซนติเมตร เพื่อเผื่อระยะยกของโฟรคลิฟท์ให้เพียงพอ ดังภาพที่ 40

3) ปรับขนาดเบ้ารับเสา เพื่อให้มิติด้านนอกของ Rack ไม่เกิน 122 x 102 เซนติเมตร

4) ปรับตะแกรงด้านข้างทั้ง 3 ด้าน จะปรับเป็นเหล็กสาน เป็นโครงข่าย เพราะการใช้งานเพื่อกันตกเท่านั้น และเป็นการลดน้ำหนักของอุปกรณ์ขนถ่ายได้

5) ลดขนาดเหล็กที่ใช้ทำโครงด้านข้าง (ส่วนที่ติดตะแกรง) และขนาดเสา (เดิม 2 นิ้ว) เพื่อให้พื้นที่จัดวางสินค้าภายในมากที่สุด โดยมีมิติภายนอกยังเป็นไปตามข้อ 3)



ภาพที่ 39 การทดลองจัดเรียงสินค้า

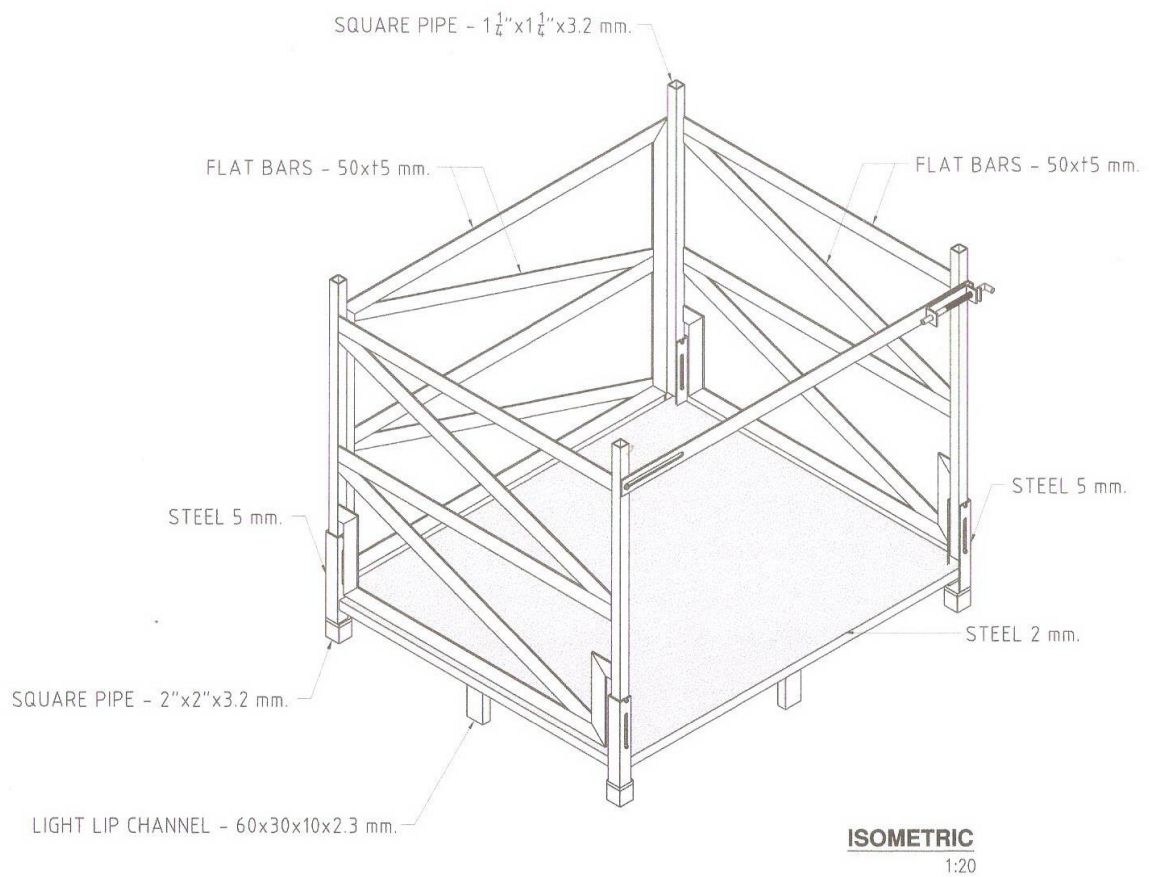
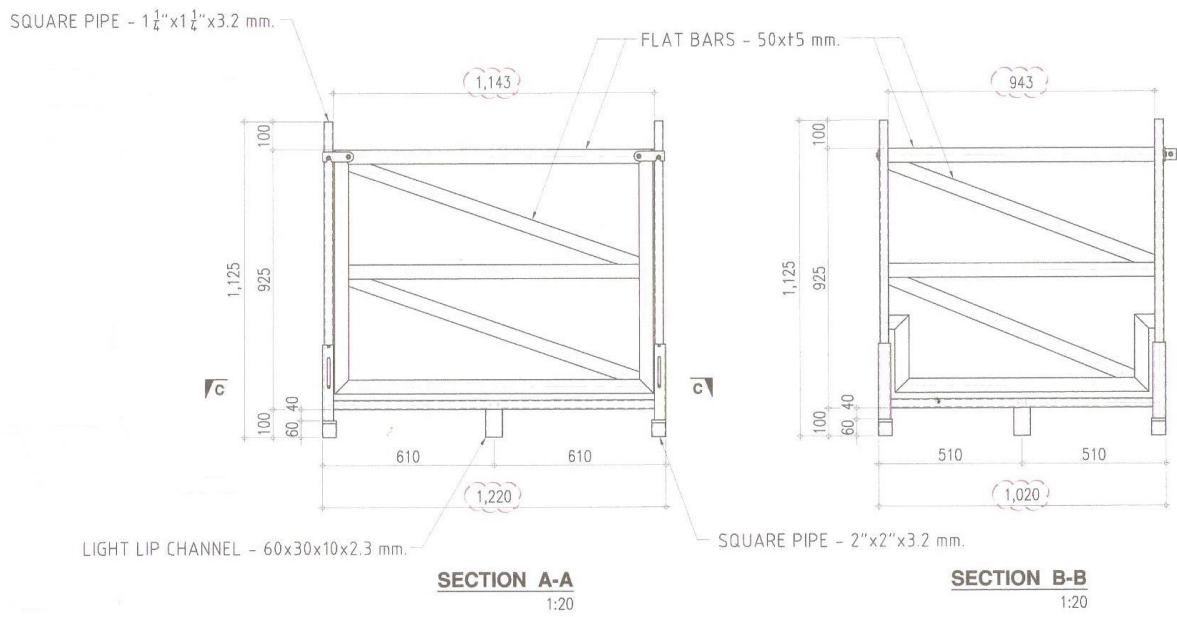


ภาพที่ 40 เบ้ารับเสาที่ต้นเกินไป

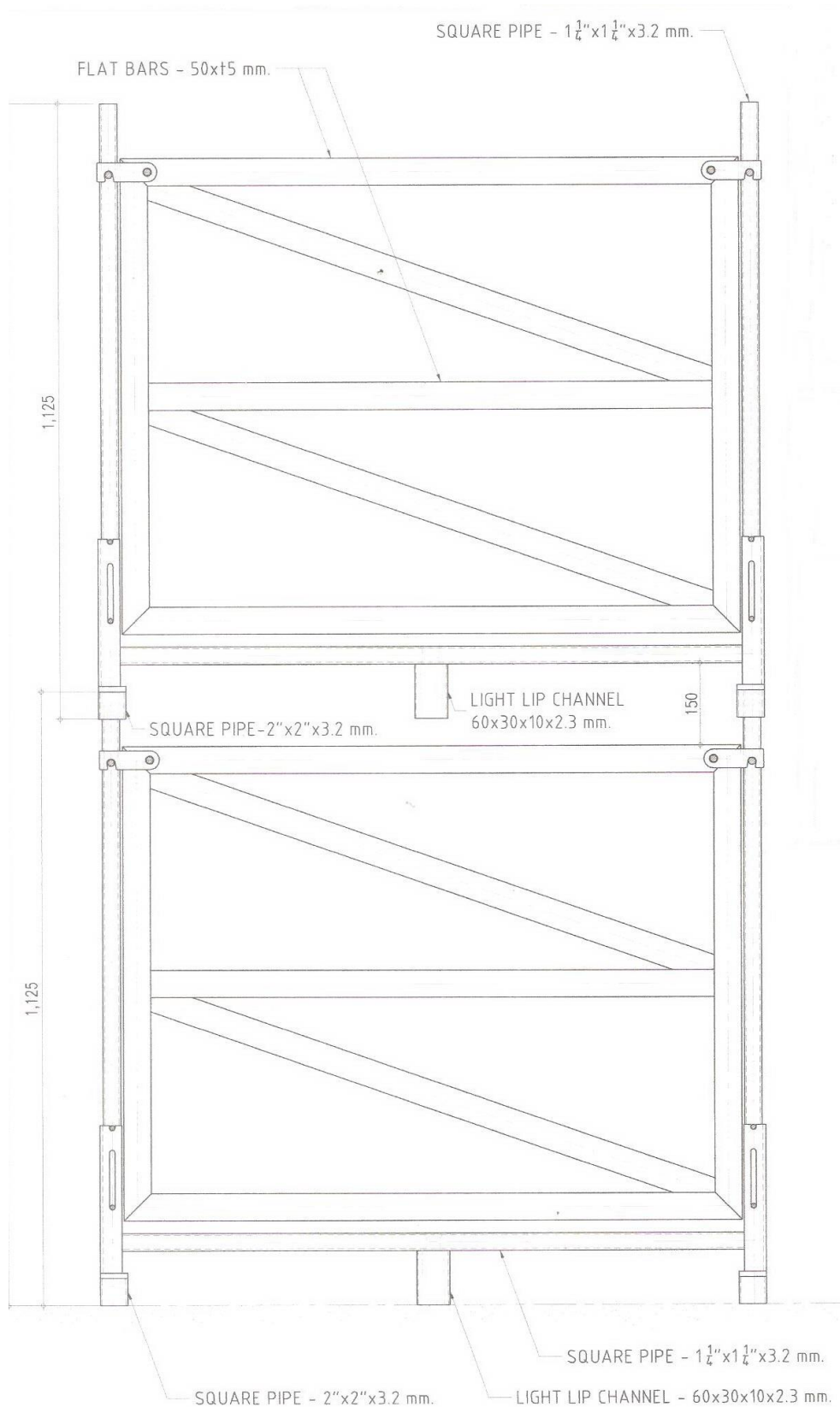
5) ปรับแก้ไขแบบอุปกรณ์ขนถ่าย

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้แบบและสร้างต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเป็นรุ่นที่ 2 จำนวน 2 ชุด โดยปรับปรุงตามที่ระบุในหัวข้อ 4.2.4 ดังแสดงในภาพที่ 41 – 42 โดยมีรายละเอียดการปรับปรุงดังนี้

- 1) ตัดคานาเหล็กด้านล่างออกเพื่อให้งานของโฟรคลิฟท์และ Hand lift สามารถใช้งานเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ได้ และปรับขนาดคานารองรับพื้นรับน้ำหนักสินค้าเหลือ 1.25×1.25 นิ้ว
- 2) ปรับความสูงของเบ้ารับเสา โดยให้มีระยะลึกเพียง 6 เซนติเมตร (ติดยางรองหนา 1 เซนติเมตร กันลื่น) ซึ่งจะทำให้มีระยะสวม 5 เซนติเมตร และปรับความสูงของเสารับน้ำหนักเป็น 106.5 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อนำอุปกรณ์ขนถ่ายฯ มาวางซ้อนจะได้ระยะความสูงรวม 220 เซนติเมตร ตามข้อกำหนด
- 3) ปรับขนาดเบ้ารับเสา จากขนาด 3×3 นิ้ว เหลือ 2×2 นิ้ว ซึ่งเพียงพอต่อการกระกระยะ และป้องกันการหลุดเมื่อวางซ้อนอุปกรณ์ขนถ่ายฯ
- 4) ปรับตะแกรงด้านข้างทั้ง 3 ด้าน จะปรับเป็นเหล็กสาน เป็นโครงข่าย ขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร หนา 0.5 เซนติเมตร เป็นการเพิ่มความแข็งแรงและลดน้ำหนักรวมของอุปกรณ์ขนถ่ายฯ
- 5) ลดขนาดเหล็กที่ใช้ทำโครงด้านข้าง (ส่วนที่ติดตะแกรง) และขนาดเสา (เดิม 2 นิ้ว) เหลือ 1.25×1.25 นิ้ว ทำให้มีพื้นที่จัดวางสินค้าภายในมากขึ้น



ภาพที่ 41 แบบร่างของต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ รุ่นที่ 2 (กรณี 1 ชุด)



ภาพที่ 42 แบบร่างของต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ รุ่นที่ 2
(กรณียกซ้อน)

6) สร้างต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสำหรับใช้ทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์ขนถ่ายฯ

ภายหลังจากนำแบบร่างให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องพิจารณาแล้ว จึงดำเนินการผลิตต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายฯ จำนวน 2 ชุด ดังภาพที่ 43 เพื่อใช้ในการทดสอบคุณสมบัติ ซึ่งเป็นการทดสอบแบบทำลาย โดยแสดงรายละเอียดการทดสอบในหัวข้อ 4.3



ภาพที่ 43 ต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ รุ่นที่ 2

4.3 ทดสอบการรับน้ำหนัก แรงกระแทก และแรงสั่นสะเทือน

การทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์ขนถ่ายซึ่งอ้างอิงมาตรฐานสากลต่างๆ ได้แก่ การทดสอบการรับน้ำหนักและการเรียงตัวเทียบเคียงมาตรฐาน ISO2234 (ISO, 2000) การทดสอบปล่อยตกอิสระเทียบเคียงมาตรฐาน ASTM D5276-98 (ASTM International, 2004) หรือตามมาตรฐาน ISTA 3A (ISTA, 2008) การทดสอบองศาการล้ม และการทดสอบความต้านแรงสั่นสะเทือนเทียบเคียงมาตรฐาน ASTM D999-07 (ASTM International, 2007) โดยเมื่อผ่านการทดสอบคุณสมบัติข้างต้นแล้วอุปกรณ์ขนถ่ายจะถูกนำไปใช้ทดลองใช้งานต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.2 และผลการทดสอบตามหัวข้อที่ 4.3.1 – 4.3.4 ดังนี้

ตารางที่ 2 การทดสอบคุณสมบัติของต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายฯ

ลำดับ	การทดสอบ	รายละเอียดการทดสอบ
1	การทดสอบการรับน้ำหนักและการเรียงตัว	1.1 ชั่งน้ำหนักของต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่าย (110.2 kg) 1.2 วัดขนาดความสูงของเสา 4 ต้น และความยาวของพื้นรับน้ำหนักทั้ง 4 ด้าน 1.3 ทดสอบการรับน้ำหนักด้วยการนำถุงบรรจุหินถูละ 25 kg 48 ถุง ต่อชุด รวม 2 ชุด น้ำหนักรวม 2.4 ton 1.4 วางซ้อนอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ที่ไว้ 24 hr เพื่อตรวจสอบสภาพการรับน้ำหนักและการเรียงตัว 1.5 ตรวจสอบสภาพภายนอกด้วยสายตา และวัดขนาดตามข้อ 1.2
2	การทดสอบปล่อยตกอิสระ	2.1 วัดขนาดความสูงของเสา 4 ต้น และความยาวของพื้นรับน้ำหนักทั้ง 4 ด้าน 2.2 ใช้ Overhead Crane ของโรงงานขนาด 3 ton ยกโดยโซ่คล้องทั้ง 4 ด้าน 2.3 ปล่อยอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ที่ 2.50 m (ความสูงใช้งาน) 3 ครั้ง 2.4 ตรวจสอบสภาพภายนอกด้วยสายตาโดยเฉพาะส่วนที่รับน้ำหนัก และวัดขนาดตามข้อ 2.1 2.5 ทดสอบซ้ำข้อ 1 เพื่อตรวจสอบสภาพการรับน้ำหนักและการเรียงตัว 30 นาที
3	การทดสอบองศาการล้ม	3.1 วัดองศาของรถโฟล์คลิฟท์ในมุมเทที่มีค่าสูงสุด 3.2 ใช้รถโฟล์คลิฟท์ยกอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ที่วางซ้อน 2 ชั้น มีน้ำหนักสินค้ารวม 2.4 ton 3.3 ปรับรถโฟล์คลิฟท์ให้อยู่ในลักษณะมุมเทสูงสุด 6 องศา รวมทั้งทดสอบในมุมเทที่มากขึ้นที่ 14 องศา
4	การทดสอบความต้านแรงสั่นสะเทือน	4.1 นำไฟล์ต้นแบบป้อนค่าแรงสั่นสะเทือน (จากการเก็บข้อมูลในหัวข้อ 4.2.2) น้ำหนักบรรทุก และคุณสมบัติวัสดุที่สร้างอุปกรณ์ขนถ่ายฯ 4.2 ประมวลผลและอ่านค่าใน Solidwork

1) การทดสอบการรับน้ำหนักและการเรียงตัว

การตรวจสอบสภาพภายนอกด้วยสายตา ไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้าง (แฉก หัก งอ) ของเสารับน้ำหนัก และคานรองรับ ส่วนขนาดจากการตรวจวัดความสูงของเสา 4 ต้นและการตรวจวัดความยาวของพื้นรับน้ำหนักทั้ง 4 ด้าน มีความคลาดเคลื่อนของขนาดในระดับมิลลิเมตร 1-2 mm ซึ่งอาจเกิดจากการวัด และการผลิตต้นแบบที่ยังไม่ได้มาตรฐาน ดังแสดงในภาพที่ 44



ภาพที่ 44 การทดสอบการรับน้ำหนักและการเรียงตัว

2) การทดสอบปล่อยตกอิสระ

การทดสอบปล่อยตกอิสระที่ระดับความสูงใช้งาน 2.5 m วัดระยะจากพื้นถึงพื้นรับน้ำหนัก ไม่ส่งผลต่อพื้นรับน้ำหนักที่เป็นเป้าหมายของการทดสอบ อย่างไรก็ตามชิ้นส่วนประกอบอื่นถูกแรงกระทำจากการตกกระทบพื้น และแรงกระทำของโช้คล้อทำให้เกิดความเสียหายได้ ดังแสดงในภาพที่ 45 โดยมีความเสียหายหรือการไม่อยู่ในสภาพปกติเกิดขึ้นกับตะขอล้อด้านหลังซึ่งหลุดจากสลัก บานพับด้านหลังบริเวณพื้นรับน้ำหนักมีการบิดงอ และร่องสำหรับล้อคเสามีการฉีกบานออก ซึ่งมีการแก้ไขดังแสดงในภาพที่ 46 ให้ตะขอล้อล็อกมากขึ้น ปรับตำแหน่งบานพับด้านหลังให้มีขนาดใหญ่และเปลี่ยนจุดเชื่อมต่อจากเดิมที่เชื่อมบานพับกับพื้นรับน้ำหนักเป็นบานพับกับคานรับน้ำหนักแทน สุดท้ายปรับขนาดและตำแหน่งร่องล้อคเสาให้อยู่ตรงกลางของพื้นที่รับแรง



ภาพที่ 45 การทดสอบปล่อยตกอิสระ



ภาพที่ 46 การปรับแก้ข้อบกพร่อง

3) การทดสอบองศาการล้ม

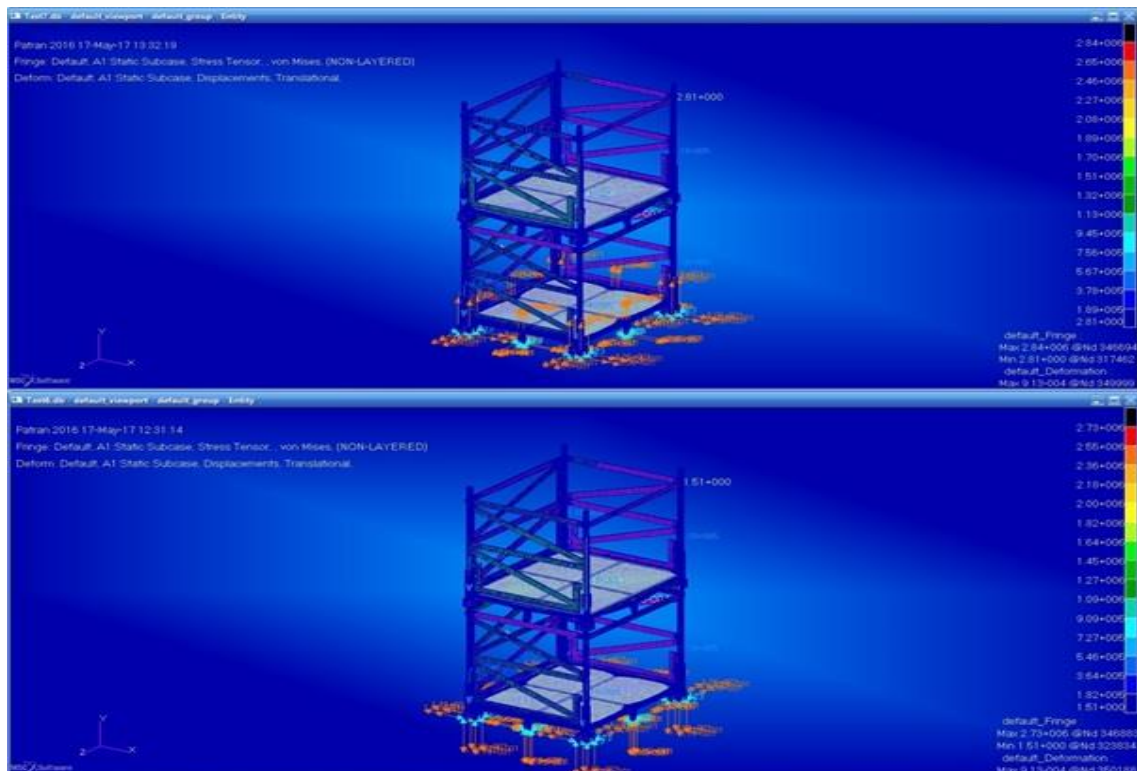
อุปกรณ์ขนถ่ายเมื่อวางซ้อนและบรรจุสินค้า มีจุดศูนย์ถ่วงที่เพียงพอที่จะทำให้รักษาสภาพไว้ได้จนไม่เกิดการล้มหรือพลิก ทั้งโอกาสที่เกิดจากการทำงานปกติ และโอกาสที่เกิดจากการทำงานผิดพลาด โดยมีการทดสอบโดยปรับองศาของรถยกให้มีมุมสูงสุด 6 องศา ของการทำงานตามปกติ และมุมเทที่ 14 องศา ที่อาจเกิดจากความผิดพลาดในการทำงานขึ้น ซึ่งพบว่าอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ที่มีการซ้อน 2 ชั้นไม่ล้มหรือพลิกลง ดังแสดงในภาพที่ 47



ภาพที่ 47 การทดสอบองศาการล้ม

4) การทดสอบความต้านแรงสั่นสะเทือน

แรงสั่นสะเทือนของการขนส่งพร้อมภาระน้ำหนักของสินค้าที่กระทำต่ออุปกรณ์ขนถ่ายฯ เป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่ออุปกรณ์ขนถ่ายฯ เป็นระยะเวลานานเช่นเดียวกับการรับน้ำหนักและการเรียงตัว อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการออกแบบก่อนทดสอบใช้งานจริงนั้น จะทำการจำลองสถานการณ์ด้วยการป้อนค่าคุณลักษณะของอุปกรณ์ขนถ่าย และป้อนค่าแรงกระทำรูปแบบต่างๆ ในโปรแกรม Solidworks ดังภาพที่ 48 ผลการวิเคราะห์พบว่าความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าเพียง $2.84 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ ซึ่งเมื่อเทียบกับค่า Yield Strength ของวัสดุซึ่งอยู่ที่ประมาณ $250 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ และในส่วนการเสียรูปของชิ้นงานพบว่าค่าความเคลื่อนตัวสูงสุดมีค่าเท่ากับ $9.13 \times 10^{-4} \text{ m}$ (0.091mm) จึงสรุปได้ว่าชิ้นงานสามารถรับภาระแรงได้



ภาพที่ 48 การทดสอบความต้านแรงสั่นสะเทือน

ภายหลังจากการทดสอบคุณสมบัติ อุปกรณ์ขนถ่ายฯ ได้มีการปรับแก้ไขข้อบกพร่องอีกเล็กน้อย ตามรายละเอียดข้างต้น โดยแสดงดังภาพที่ 49 ซึ่งเป็นต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ก่อนการทดลองใช้งาน



ภาพที่ 49 ต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายฯ (ก่อนนำไปทดลองใช้งาน)

4.4 ทดลองใช้งาน

ขั้นตอนการทดลองใช้งานแบ่งออกเป็น 5 ช่วง คือ การขึ้นสินค้ากับรถบรรทุก การถ่ายสินค้าจากรถบรรทุกสู่ตู้คอนเทนเนอร์บนแคร่รถไฟ การเดินทางของขบวนรถไฟ การตรวจสอบสภาพเบื้องต้นและเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ และการลงสินค้าปลายทาง โดยมีรายละเอียดสถานที่และอุปกรณ์ดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 การทดลองใช้งาน

ลำดับ	ขั้นตอนการทดลอง	วันเวลา	สถานที่	รายละเอียดการทดสอบ
1	การขึ้นสินค้ากับรถบรรทุก	16 ตุลาคม 2560 11.00 - 13.00 น.	สถานีขนส่งสินค้า พุทธมณฑล สาย 5	รถบรรทุกแบบคอก 2 คัน โฟร์คลิฟท์ แอนด์ลิฟท์ ต้นแบบอุปกรณ์ขนถ่ายฯ 20 ชุด
2	การถ่ายสินค้าจากรถบรรทุกเข้าตู้คอนเทนเนอร์บนแคร่รถไฟ	17 ตุลาคม 2560 10.40 - 13.05 น.	สถานีรถไฟศรีราชา	โฟร์คลิฟท์ แอนด์ลิฟท์ ตู้คอนเทนเนอร์ 20 ฟุต แบบเปิดข้าง 2 ตู้
3	การเดินทางของขบวนรถไฟ	18 ตุลาคม 2560 07.00 - 01.00 น. 19 ตุลาคม 2560	เส้นทางรถไฟ ศรีราชา – หนอง ตะไก่	ขบวน 555
4	การตรวจสอบสภาพเบื้องต้นและเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์	19 ตุลาคม 2560 08.00 น.	สถานีรถไฟหนอง ตะไก่	Stacker รถหัวลาก 2 คัน
5	การลงสินค้าปลายทาง	19 ตุลาคม 2560 12.00 น.	ศูนย์กระจายสินค้า จังหวัดเลย	โฟร์คลิฟท์ แอนด์ลิฟท์

จากการทดลองสามารถสรุปในประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1) **เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน** – เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนถ่ายสินค้าจากรถบรรทุกไปตู้คอนเทนเนอร์ 60 นาทีทั้ง 2 รูปแบบ เนื่องจากการขนถ่ายด้วยอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ยังไม่มีความชำนาญเหมือนระบบเดิม รวมถึงรูปแบบการขึ้นสินค้าเป็นการขึ้นสินค้าบนขบวนรถไฟ และขึ้นจากข้างตู้ ซึ่งทำให้ใช้เวลามากกว่าการขึ้นสินค้าบนพื้นราบทั่วไปจากท้ายตู้ตามที่ได้ออกแบบไว้

2) **ปริมาณสินค้าที่ขนส่งได้ต่อเที่ยว** – สินค้าที่ขนส่งด้วยอุปกรณ์ขนถ่ายฯ สามารถขนส่งได้ด้วยน้ำหนักมากกว่าการจัดเรียงตามแบบเดิมดังภาพที่ 4.34-4.35 อย่างน้อย 1 เท่าตัว (12 ตัน และ 6 ตัน) อย่างไรก็ตามยังไม่ใช่น้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่ได้ออกแบบไว้ และการขึ้นสินค้าจากข้างตู้ทำให้บรรจุอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ได้เพียง 18 ชุดจากที่ได้ออกแบบไว้ 20 ชุด

3) สภาพอุปกรณ์ขนถ่ายหลังผ่านการใช้งาน – ภายหลังการเปิดตู้ที่สถานีหนองตะไก่ ไม่พบความเสียหายของอุปกรณ์ขนถ่ายฯ หากมีความเสียหายน่าจะเกิดจากการใช้งานไม่ถูกวิธีหรืออุบัติเหตุจากการใช้งาน

4) การป้องกันสินค้า – อุปกรณ์ขนถ่ายฯ สามารถป้องกันความเสียหายของสินค้าได้เกือบ 100% ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้น มีสาเหตุมาจากการจัดเรียงสินค้าที่นำสินค้าที่มีน้ำหนักมากไว้ข้างบน



ภาพที่ 50 การขึ้นสินค้า – วิธีใช้แรงงานจัดเรียง



ภาพที่ 51 การขึ้นสินค้า - วิธีใช้อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าฯ จัดเรียง



ภาพที่ 52 การถ่ายสินค้าจากขบวนรถไฟ



ภาพที่ 53 การลงสินค้า

4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

1) ด้านการทดสอบคุณสมบัติ

อุปกรณ์ขนถ่ายฯ ผ่านการทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ซึ่งอ้างอิงมาตรฐานสากลต่างๆ ได้แก่ การทดสอบการรับน้ำหนักและการเรียงตัวเทียบเคียงมาตรฐาน ISO2234 (ISO, 2000) การทดสอบปล่อยตกอิสระเทียบเคียงมาตรฐาน ASTM D5276-98 (ASTM International, 2004) หรือตามมาตรฐาน ISTA 3A (ISTA, 2008) การทดสอบองศาการล้ม และการทดสอบความต้านแรงสั่นสะเทือนเทียบเคียงมาตรฐาน ASTM D999-07 (ASTM International, 2007) ด้วยการจำลองสถานการณ์ในโปรแกรม Solidwork ซึ่งการออกแบบค่อนข้างที่จะเผื่อความสามารถของอุปกรณ์เกินระดับการใช้งาน ทำให้น้ำหนักของอุปกรณ์ค่อนข้างที่จะมีน้ำหนักและต้องพึ่งพาอุปกรณ์ขนถ่ายอื่นในการจัดเก็บ (เมื่อไม่ใช้งาน) ไม่สามารถใช้แรงงานยกขนเพื่อเก็บได้ สุดท้ายส่งผลต่อราคาของอุปกรณ์ที่สูงขึ้นตามคุณลักษณะและปริมาณวัตถุดิบที่ใช้สร้างอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ขึ้น ดังนั้นในอนาคตอาจนำเทคนิคด้านวิศวกรรมคุณค่า (value engineering: VE) และเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (quality function deployment: QFD) มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายฯ อย่างเต็มรูปแบบต่อไป

2) ด้านการทดลองใช้งาน

การทดลองใช้งานดังรายละเอียดก่อนหน้านี้ อาจจะยังไม่สามารถสรุปภาพรวมได้ทั้งหมด เนื่องจากความชำนาญในการใช้งานของพนักงานในการใช้งานเพียงครั้งแรกจำนวน 18 ชุด น้ำหนักบรรทุกสินค้าที่ไม่บรรทุกเต็มความสามารถโดยบรรทุกเพียงร้อยละ 60 ของความสามารถสูงสุด และสุดท้ายวิธีการขึ้นสินค้าที่ไม่ตรงการการออกแบบ ซึ่งออกแบบให้บรรจุอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ในตู้คอนเทนเนอร์ที่วางบนพื้นระนาบ เมื่อบรรทุกจนเต็มจึงทำการยกตู้คอนเทนเนอร์ด้วย Reach Stacker วางบนแคร่ของขบวนรถไฟ นอกจากนี้การขนส่งในการทดลองใช้งานนี้ ยังไม่พบกับอุบัติเหตุ หรือเหตุฉุกเฉินที่ทำให้เกิดแรงกระทำตามสภาพการใช้งานจริง ดังนั้นผลสรุปการใช้งานบางประเด็นอาจอยู่บนพื้นฐานของการคาดการณ์ เช่น อายุการใช้งาน เวลาในการปฏิบัติงาน น้ำหนักบรรทุก และความสามารถในการรักษาสภาพสินค้า เป็นต้น หากสรุปจากข้อมูลข้างต้น การใช้อุปกรณ์ขนถ่ายฯ แทนรูปแบบการขนส่งแบบเดิมจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ได้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างทางขนส่งทางถนนและการขนส่งทางราง ที่ผ่านการพัฒนาการออกแบบตามความต้องการของผู้ใช้งานซึ่งประกอบด้วยสมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย (TTLA) และการรถไฟแห่งประเทศไทย ผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานหรือเทียบเคียงมาตรฐานสากล และการทดลองใช้งานจริงบนเส้นทางสถานีศรีราชา – สถานีหนองตะไก่อ สามารถสรุปผลตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังนี้

1) งานวิจัยนี้สามารถพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบได้อย่างเป็นรูปธรรม คือ

- รองรับการใช้งานการขนส่งทางรางและทางถนน
- มีขนาดตามมาตรฐานพาเลท 1.20×1.00 เมตร (ขนาดฐาน 1.22×1.02 เมตร เพื่อลดการเคลื่อนตัวในตู้คอนเทนเนอร์) สูง 1.15 เมตร
- น้ำหนักประมาณ 95 กิโลกรัม
- อายุการใช้งานขึ้นอยู่กับวิธีการใช้งาน (ประเมินจากอุปกรณ์เทียบเคียง ≥ 3 ปี)
- ราคาประมาณ 11,000-16,000 บาทต่อชิ้น จากการผลิตจำนวนน้อย อย่างไรก็ตามหากผลิตเป็นปริมาณมาก ราคาควรจะอยู่ประมาณ 4,000 บาทต่อชิ้น (เทียบกับอุปกรณ์ขนถ่ายที่ใช้วัสดุและน้ำหนักวัสดุใกล้เคียงกัน @Alibaba)

2) อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบมีความเหมาะสมต่อสภาพการใช้งาน โดยตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน และเหมาะสมกับรูปแบบการขนส่ง เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุดดังนี้

- ใช้ประสิทธิภาพของตู้คอนเทนเนอร์ ร้อยละ 84.74 จากรูปแบบเดิมที่ใช้ฐานพาเลทขนาดเดียวกันมีประสิทธิภาพเพียงร้อยละ 57 หรือมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ร้อยละ 48.67
- จัดวางซ้อน 2 ชั้น ความสูงรวม 2.20 เมตร ไม่เกินค่า CG ที่การรถไฟกำหนด
- จัดวางได้ 18 ชั้น/TEU ตู้เปิดข้าง (20 ชั้น/TEU ตู้เปิดท้าย)
- บรรทุกน้ำหนักได้สูงสุด 24 ton (1.2 ton/ชั้น)
- ใช้เวลาบรรจุสินค้าต่อตู้ 60 นาที (หากมีความชำนาญและปรับเปลี่ยนวิธีการขนถ่ายเป็นบนพื้นระนาบและเข้าท้ายตู้คอนเทนเนอร์คาดว่าจะใช้เวลาน้อยกว่านี้)
- รักษาสภาพสินค้าได้ตลอดการขนส่ง
- บรรทุกสินค้าน้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่าตัว

3) อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่านการทดสอบความแข็งแรงภายใต้สภาวะการรับน้ำหนักและแรงสั่นสะเทือน ตามมาตรฐานหรือเทียบเคียงมาตรฐานสากลการทดสอบการรับน้ำหนักและการเรียงตัวเทียบเคียงมาตรฐาน ISO2234 (ISO, 2000) การทดสอบปล่อยตกอิสระเทียบเคียงมาตรฐาน ASTM D5276-98 (ASTM International, 2004) หรือตามมาตรฐาน ISTA 3A (ISTA, 2008) การทดสอบองศาการล้ม และการทดสอบความต้านแรงสั่นสะเทือนเทียบเคียงมาตรฐาน ASTM D999-07 (ASTM International, 2007)

5.2 อภิปรายผล

การพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างการขนส่งทางถนน และการขนส่งทางรางมีความเหมาะสมต่อสภาพการใช้งานอย่างเป็นรูปธรรม แม้การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้จะมีอุปสรรคและปัญหาทำให้เกิดความล่าช้าและส่งผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนในการสรุปผลโครงการ ซึ่งส่วนใหญ่ปัญหาและอุปสรรคอยู่ระหว่างการทดลองใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) กระบวนการดำเนินงานยังไม่เป็นมาตรฐาน ทั้งในส่วนของการนัดหมายการทดลอง ซึ่งเป็นรูปแบบที่ผู้ที่เกี่ยวข้องไม่มีความคุ้นเคย ทำให้การประสานงานต่างๆ ใช้เวลาค่อนข้างมาก สำหรับการทดลองพบว่า การขึ้นสินค้ายังใช้วิธีการเดิมที่เคยชินทั้งรูปแบบการใช้แรงงานจัดเรียง และการใช้อุปกรณ์ขนถ่ายฯทดแทน ซึ่งไม่เป็นไปตามการออกแบบที่ได้ทำไว้แต่แรก

2) ตู้คอนเทนเนอร์ที่สภาพไม่พร้อมกับการใช้งาน เช่น พื้นตู้ไม่เรียบร้อย เป็นต้น และไม่ตรงตามที่ออกแบบการจัดเรียงไว้ที่เปิดประตูท้ายตู้คอนเทนเนอร์ในการขึ้น-ลงสินค้า แต่เลือกใช้ประตูตู้คอนเทนเนอร์ด้านข้างแทนดังที่อธิบายในข้อ 1) ทำให้ไม่สามารถบรรจุอุปกรณ์ได้เต็มที่ (18 จาก 20 ชิ้น)

3) น้ำหนักอุปกรณ์ขนถ่ายฯ การที่มีน้ำหนักค่อนข้างมากจากการออกแบบเพื่อการรับภาระงานในการขนส่ง ทำให้ส่งผลกระทบต่อการใช้งานด้วยแรงงานในการจัดเก็บอุปกรณ์ขนถ่ายฯ และราคาของอุปกรณ์ขนถ่ายฯ เอง ซึ่งทำให้ผู้ประกอบการเกิดความลังเลในด้านความคุ้มค่าของการใช้งาน

4) การประสานงานกับการรถไฟแห่งประเทศไทยค่อนข้างล่าช้า เนื่องจากเป็นกระบวนการทำงานที่ไม่มีหรือไม่อยู่ในระเบียบปฏิบัติมาก่อน ประกอบกับอุปกรณ์ขนถ่ายของสถานียังไม่รองรับการดำเนินการดังกล่าวด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผลจากการประชุมร่วมระหว่างผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด เช่น นักวิจัย สมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย (TTLA) และการรถไฟแห่งประเทศไทย รวมถึงอุปสรรคและปัญหาที่พบ เพื่อให้งานวิจัยได้ใช้ประโยชน์ได้อย่างต่อเนื่องและสมบูรณ์ขึ้นจึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

- 1) กำหนดวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานในการขึ้น-ลงสินค้า (work instruction: WI) ที่ควรระบุกำลังคน อุปกรณ์ที่ใช้งาน และวิธีในการขึ้น-ลงสินค้าที่ชัดเจน โดยควรบรรจุสินค้าเข้าสู่ตู้คอนเทนเนอร์ที่ลานก่อนนำขึ้นบนแคร่ ใช้ Reach Stacker ในการยกตู้สินค้าทั้งกระบวนการขึ้นและลงสินค้า
- 2) ราคาและน้ำหนักอุปกรณ์ขนถ่ายฯ ค่อนข้างสูง ควรนำเทคนิค VE และ QFD มาใช้ปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ฯ เพื่อลดน้ำหนักโดยคงไว้ซึ่งคุณสมบัติการใช้งาน รวมถึงการประเมินราคาใหม่จากผู้ผลิตหลายราย
- 3) ดำเนินการทดลองซ้ำและเพิ่มภาระบรรทุกให้ใกล้เคียงกับเป้าหมายในการออกแบบและใช้งานมากที่สุด รวมถึงพิจารณาถึงอุปกรณ์เสริมกันกระแทกในกรณีที่มีการเบรคฉุกเฉินตามข้อเสนอของการรถไฟ

บรรณานุกรม

- กระทรวงคมนาคม, 2556, “แผนยุทธศาสตร์กระทรวงคมนาคม พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๕๘ (ฉบับปรับปรุง)”, http://www.mot.go.th/file_upload/2558/Draf_mot_plan2554-2558.pdf [1 กรกฎาคม 2559]
- กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2557, “Logistics Standardization มาตรฐานโลจิสติกส์ นโยบาย...สู่แนวทางปฏิบัติ,” กรุงเทพฯ.
- คำนาย อภิปรัชญาสกุล, 2559, “การจัดการขนส่งและการกระจายสินค้าเชิงกลยุทธ์,” กรุงเทพฯ: บริษัท โฟกัสมีเดีย แอนด์ พับลิชชิง จำกัด.
- ชัยพร วงศ์พิศาล, 2557, “ความสำคัญของการขนถ่ายวัสดุ,” <http://www.pnkreis.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=418828&Ntype=3> [21 กุมภาพันธ์ 2557]
- ขวลิต มณีศรี, 2553, “การปรับปรุงการบริการการศึกษาในระดับอุดมศึกษา โดยประยุกต์ใช้การแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ กรณีศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์,” วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 2, 5-14.
- ขวลิต มณีศรี และชนะ รักศรีศิริ, 2560, “การพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ,” รายงานสืบเนื่องจากการประชุมสัมมนาเชิงวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 17 (ThaiVCML2017). 240-248.
- ธนิศ ศรีวะรมย์, ทิปรุณ คุณาพรวิวัฒน์, ขวลิต มณีศรี, 2557, “การเพิ่มผลผลิตผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างจานด้วยการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพและวิศวกรรมคุณค่า,” วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 6, 57-67.
- บูรณะศักดิ์ มาดหมาย, 2557, “ระบบการขนถ่ายวัสดุ (Material Handling System) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารโซ่อุปทานองค์กร,” http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=19078 [21 กุมภาพันธ์ 2557]
- สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2559, “ตารางข้อมูลแสดงปริมาณการขนส่งสินค้า,” http://mistran.otp.go.th/ReportService/Report/PdfReport/MISattached/2559_40_TranCost.pdf [1 กรกฎาคม 2559]
- สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา, 2559, “พระราชบัญญัติการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ พ.ศ.2548,” <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2548/00167847.PDF> [1 กรกฎาคม 2559]
- สมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย, 2557, การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ.
- อนุชา หิรัญวัฒน์, 2557, “ความหมายและองค์ประกอบสำคัญของการขนถ่ายวัสดุ,” http://www.thaimht.net/knowledge_detail.php?id=15 [21 กุมภาพันธ์ 2557]

อำพล นววงศ์เสถียร, สุรัตน์ จันทองปาน, ภาณุณี วุฒิภักดาทร, สิทธิชัย ฝรั่งทอง, ธิปัตย์ โสติดิวรรณ และ
ชัยญญาณ์ ป้อมสา, 2557, “ต้นทุนการขนส่งรวมต่อเนื่องหลายรูปแบบที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบ
การขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ,” วารสารวิชาการพระจอม
เกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 (ม.ค. – เม.ย. 2557), 135-145.

ASTM International, 2004, ASTM D5276-98 Standard Test Method for Drop Test of
Loaded Containers by Free Fall.

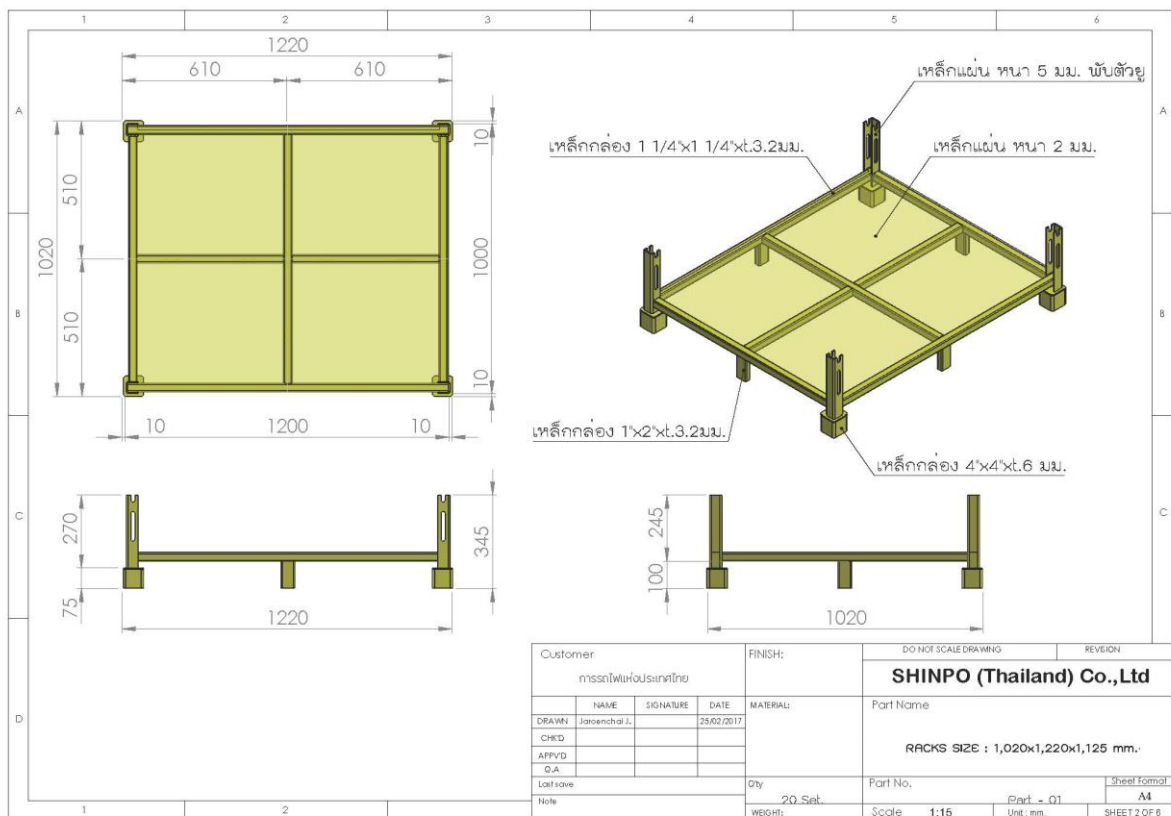
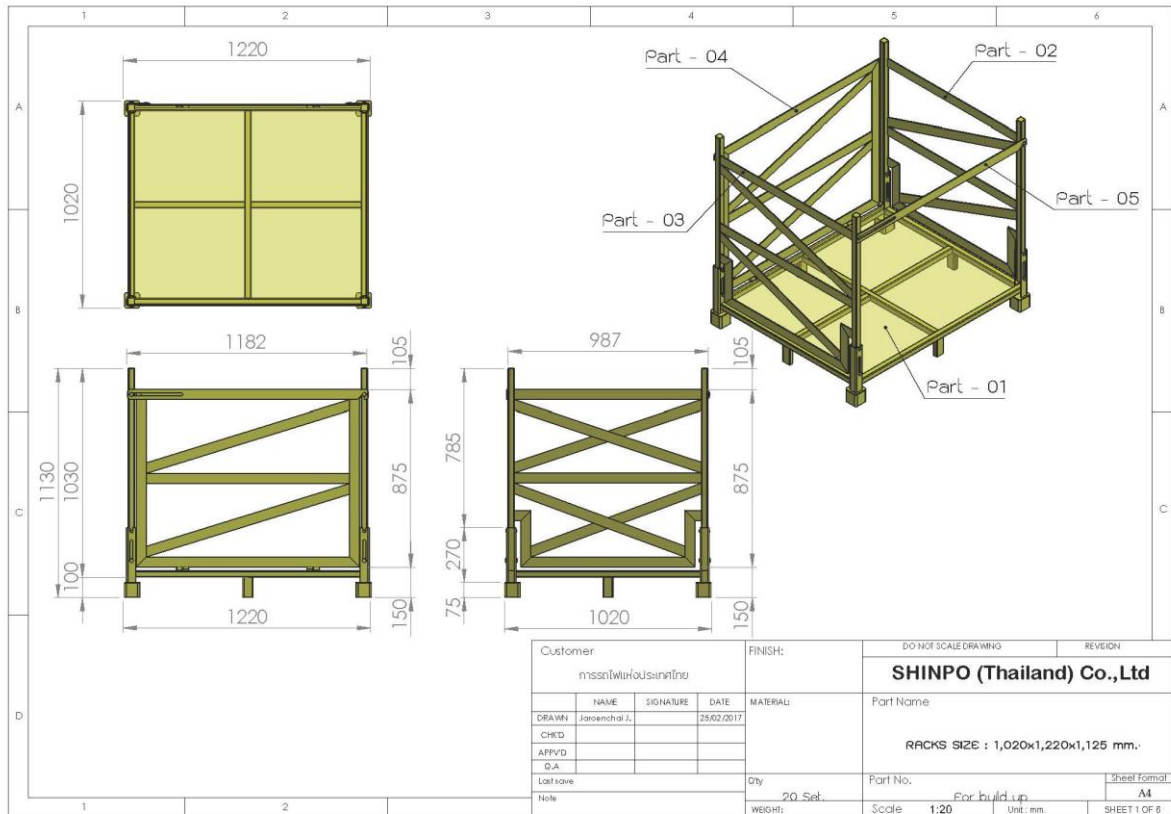
ASTM International, 2007, ASTM D999-07 Vibration Testing of Shipping Containers by the
MTS Vibration Test System.

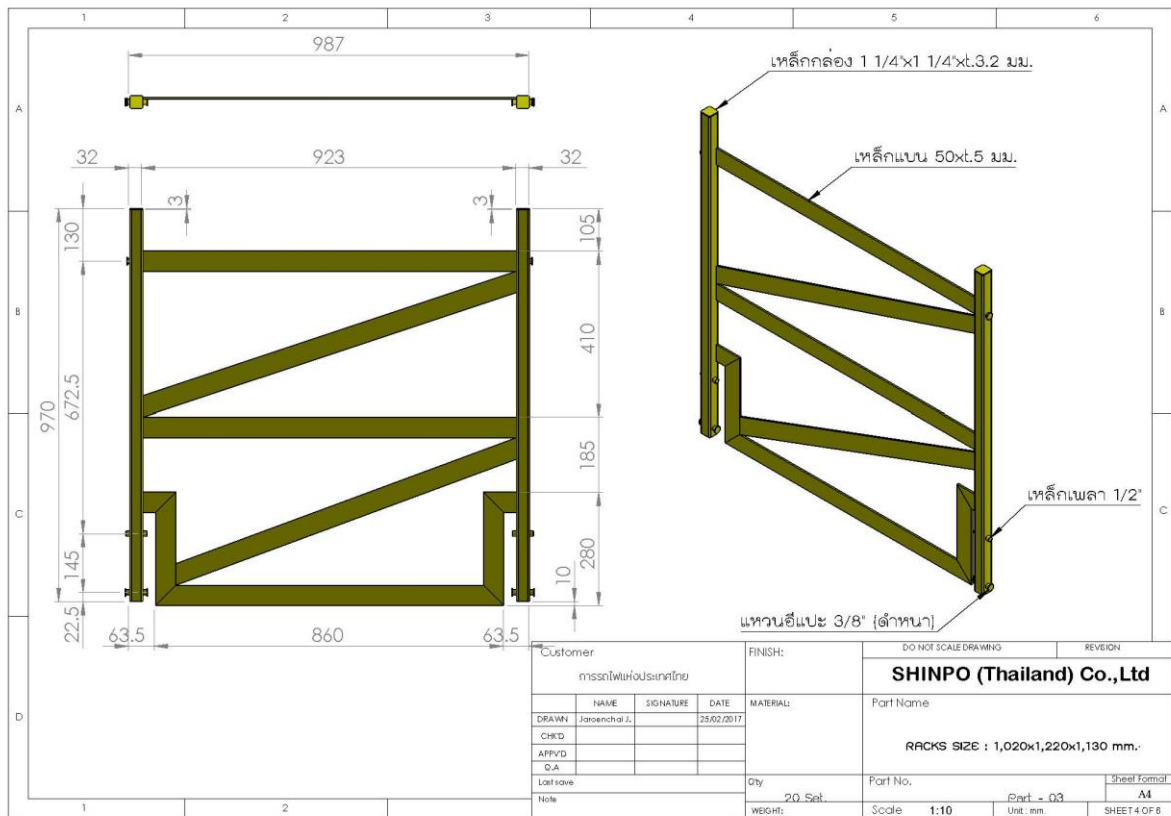
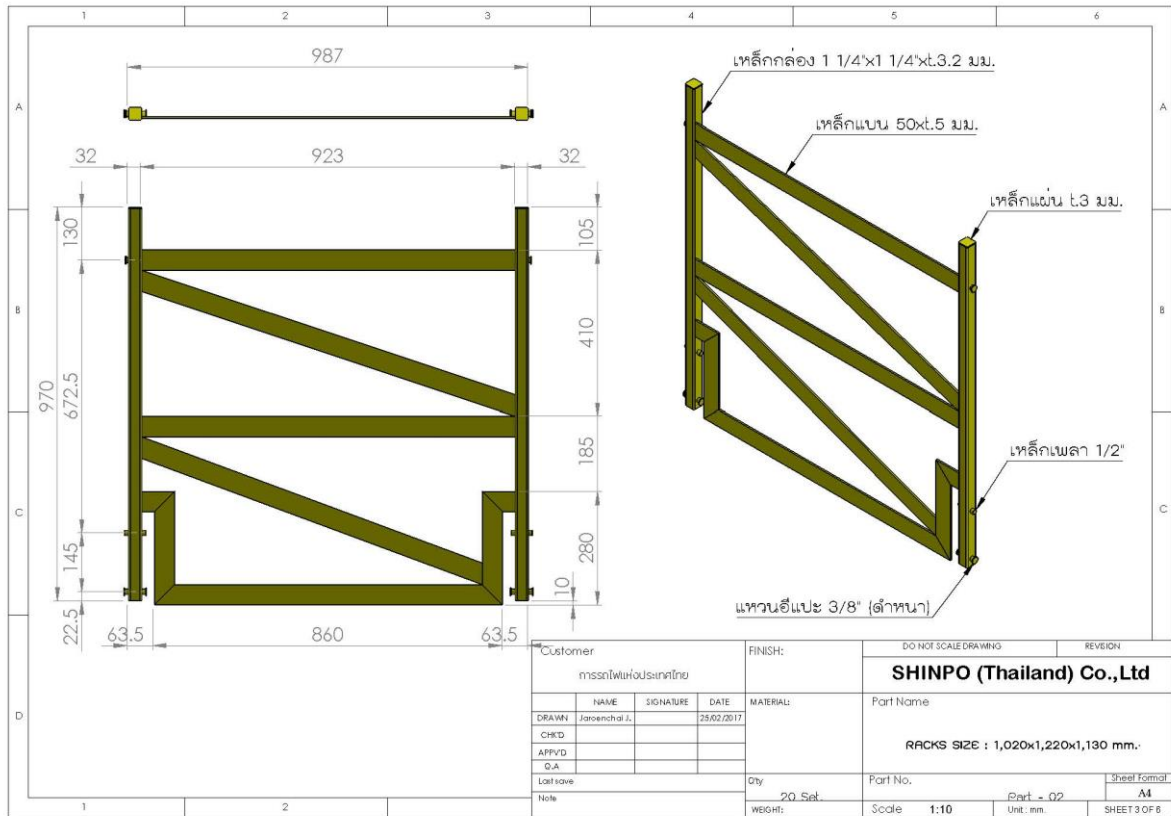
International Safe Transit Association (ISTA), 2008, ISTA 3A - Parcel Delivery System
Shipment.

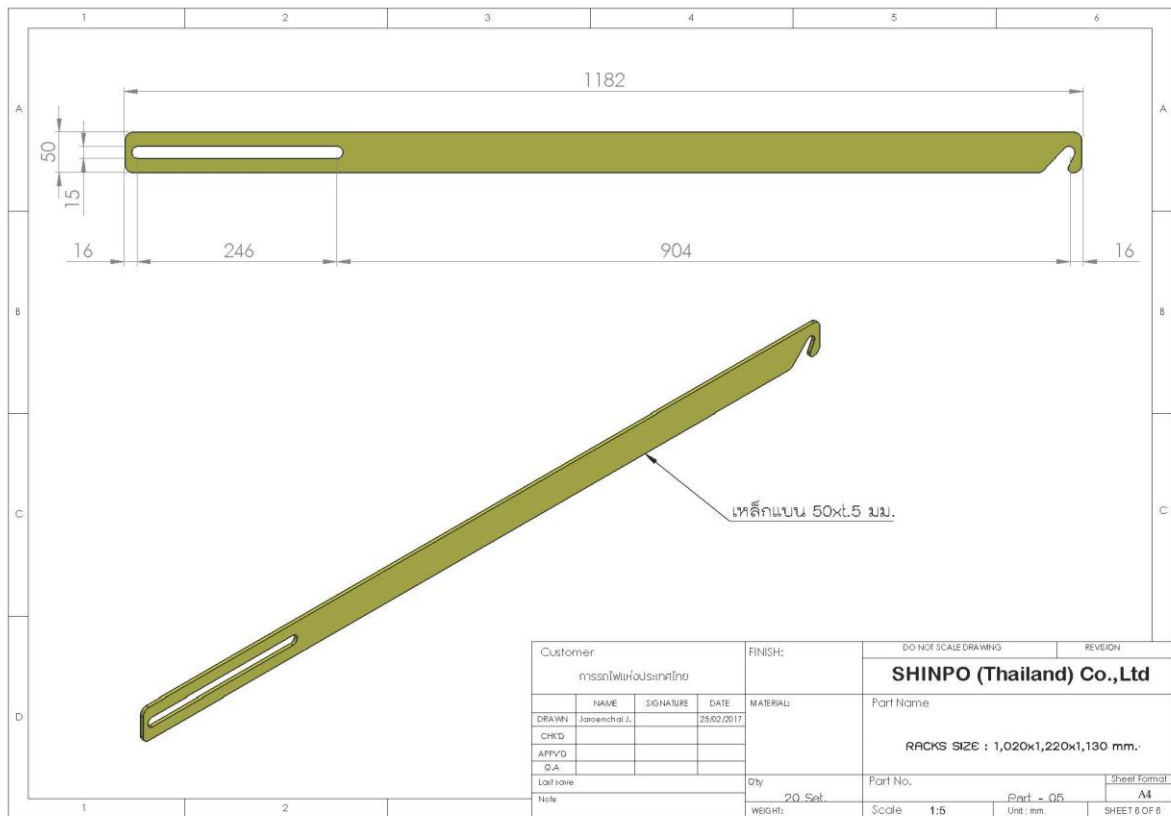
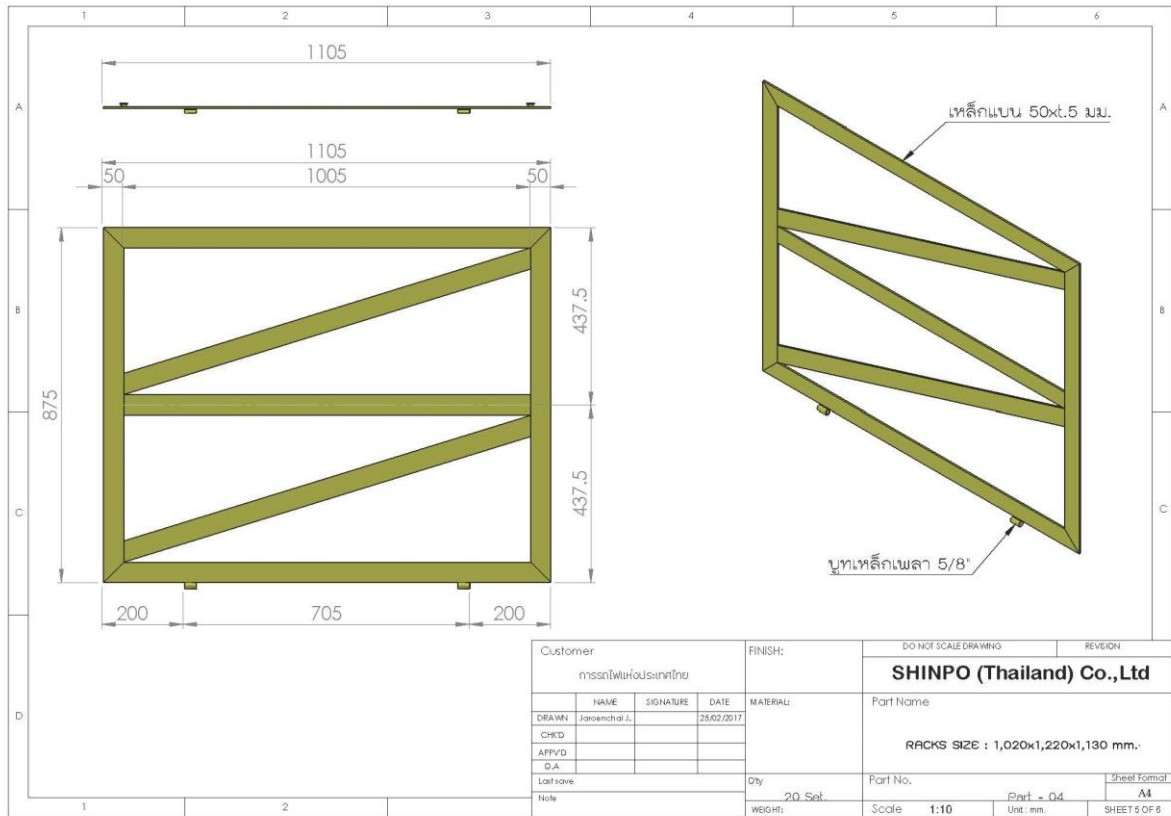
Stephens, M.P., and F.E. Meyers, 2013, “Manufacturing Facilities Design and Material
Handling,” 5e, Purdue University Press, Indiana, USA.

The International Organization for Standardization (ISO), 2000, ISO2234 – Packaging --
Complete, filled transport packages and unit loads -- Stacking tests using a static
load.

ภาคผนวก ก
แบบของอุปกรณ์ขนถ่ายฯ (Drawing)







ภาคผนวก ข
รายงานการประชุมกลุ่มย่อย

รายงานการประชุมกลุ่มย่อย

โครงการย่อยที่ 1 “การพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ”

หัวข้อ “การจัดทำอุปกรณ์ Racking สำหรับการขนถ่ายสินค้าบนรถบรรทุกและรถไฟ”

วันที่ 2 กันยายน 2559 เวลา 13:00- 17:00 น.

ณ พาชีโอ กาญจนภิเษก

ผู้เข้าประชุม

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. นายชินพัฒน์ จารุวิทยานันท์ | ที่ปรึกษา - สมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย |
| 2. นายสุรทิน ธัญญะผลิน | ที่ปรึกษา - สมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรีณี มณีศรี | นักวิจัยแผนงานวิจัย |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต มณีศรี | นักวิจัยโครงการย่อยที่ 1 |
| 5. นายสมศักดิ์ ศุภกิจชัยศิลป์ | บริษัท มั่งแสงศักดิ์ชัยขนส่ง จำกัด |
| 6. นายสมชาติ คำวิสัยศักดิ์ | บริษัท ส.แก่นนครพัฒนาการขนส่ง จำกัด |
| 7. นายทวีศักดิ์ ชวนรุ่งเรือง | บริษัท หาดใหญ่พงษ์ศิริฟอว์เวดดิ้ง จำกัด |
| 8. ดร.ชุมพล สายเชื้อ | ห้างหุ้นส่วนจำกัด บี.เอส.ขนส่ง |
| 9. นายสาธิต ผดุงตระกูลวงศ์ | บริษัท รุ่งเรืองกิจเจริญขนส่ง จำกัด |
| 10. นายธนรัช กัปปิยจรรยา | บริษัท นิโอสยามโลจิสติกส์ จำกัด |
| 11. นายวิจิต อนุนาทรรัตนกุล | ประกายเพชรบูรณ์ขนส่ง |
| 12. นายพิทักษ์ พิพัฒนานนท์ | ห้างหุ้นส่วนจำกัด เกรียงฟ้าขนส่ง |

เริ่มประชุม เวลา 13:00 น.

วาระที่ 1 เรื่องแจ้งให้ที่ประชุมทราบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต มณีศรี นักวิจัยโครงการย่อยที่ 1 แจ้งแผนการเก็บข้อมูลแรงสั่นสะเทือนเพื่อใช้ทดสอบอุปกรณ์ Racking ซึ่งขณะนี้ได้ออกแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว รอผลการทดสอบ โดยต้องให้สมาชิกของสมาคมร่วมมือในการเก็บข้อมูลแรงสั่นสะเทือนโดยอุปกรณ์ Data Logger

มติ ที่ประชุมรับทราบ

วาระที่ 2 เรื่องเสนอเพื่อทราบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต มณีศรี เสนอวิธีเก็บข้อมูลแรงสั่นสะเทือนระหว่างการขนส่ง โดยดำเนินการเก็บข้อมูลจากรถบรรทุกที่มีตู้คอนเทนเนอร์อย่างน้อย 3 ใน 5 เส้นทางด้วยกัน ดังนี้

- กรุงเทพฯ – หาดใหญ่
- กรุงเทพฯ – เชียงใหม่
- กรุงเทพฯ – เลย
- กรุงเทพฯ – อุบลราชธานี

- กรุงเทพฯ – แพร่

สำหรับการดำเนินการเก็บข้อมูลแรงสั่นสะเทือนการขนส่งทางรางด้วยรถไฟที่มีตู้คอนเทนเนอร์กำหนดไว้อย่างน้อย 3 ใน 5 เส้นทางเช่นเดียวกัน แต่อยู่ระหว่างการประสานงานกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

การเก็บข้อมูลแรงสั่นสะเทือนใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Vibration data logger ยี่ห้อ EXTECH รุ่น VB300 โดยมีการแนะนำวิธีการใช้งานในการประชุมครั้งนี้

มติ ที่ประชุมรับทราบ

วาระที่ 3 เรื่องเสนอเพื่อพิจารณา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต มณีศรี ขอความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะของอุปกรณ์และกระบวนการขนถ่ายสินค้าทั้งทางรางและทางถนน ต้นทุน ระยะเวลา เทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบัน จากสมาชิกสมาคมผู้ใช้งานอุปกรณ์ขนถ่ายโดยตรง ประกอบด้วย

- ต้องการความสะดวกในการยกขนและขนถ่าย
- ความคุ้มค่าในการขนส่งแต่ละเที่ยว
- ต้องใช้ได้ทั้งในกรณีสินค้าไม่มีพาเลท และมีพาเลทติดมาด้วย
- ยึดหยุ่นเอาตรงความสูง
- ช่วงฐานให้สามารถปรับเข้าได้กับพาเลทขนาดมาตรฐานอย่างน้อย 2 ขนาด 1*1 กับ 1*1.2
- ความสูงให้ปรับระดับได้ตามขนาดกล่องสินค้า สูงสุดไม่เกินขอบบนของตู้คอนเทนเนอร์
- ใช้กับตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุต หรือขนาดที่ใส่บนแคร่รถไฟได้
- รับน้ำหนักได้ต่อหนึ่งพาเลท ได้ถึง 1.2 ตัน

มติ ที่ประชุมเห็นชอบ

วาระที่ 4 เรื่องอื่นๆ

4.1 กำหนดการเบื้องต้นสำหรับการทดลองขนส่งทางรถไฟ ในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ดังนั้น กรงต้นแบบจะต้องแล้วเสร็จเพื่อให้ทางสมาชิกสามารถนำมาใช้ช่วงระหว่างการทำงานจริง โดยจะมีการเก็บข้อมูลการทำงานเพื่อนำไปปรับปรุงการออกแบบกรงรอบที่สอง หมายกำหนดการจะมีการกำหนดต่อไป

มติ ที่ประชุมรับทราบและมอบหมายให้ผู้จัดการสมาคมนัดหมายกับสมาชิกให้แก่คณะนักวิจัย

4.2 นัดหมายการประชุมครั้งต่อไป

นัดหมายประชุมครั้งที่ 2 วันที่ 15 มกราคม 2560

มติ ที่ประชุมรับทราบ

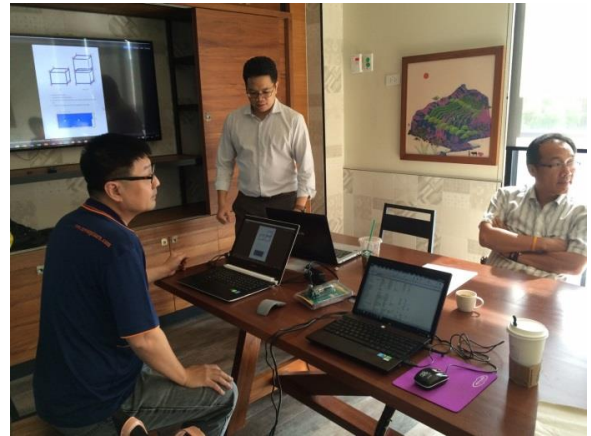
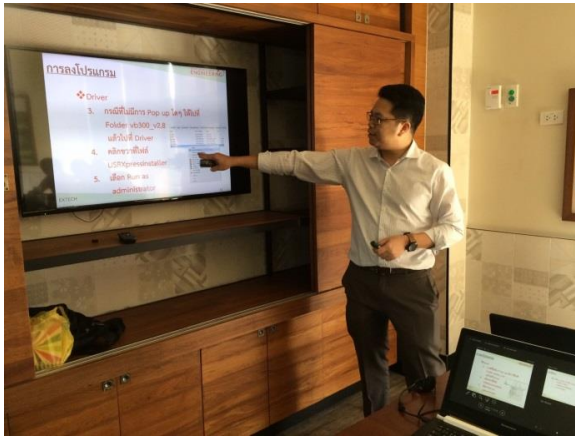
เลิกประชุม เวลา 17:00 น.



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรีณี มณีศรี

บันทึกรายงานการประชุม

ภาพบรรยากาศการประชุมกลุ่มย่อยครั้งที่ 1

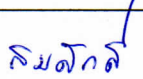
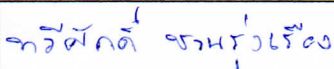
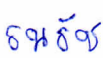


ใบลงทะเบียนการประชุมกลุ่มย่อย
โครงการย่อยที่ 1 “การพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ”
ครั้งที่ 1

หัวข้อ “การจัดทำอุปกรณ์ Racking สำหรับการขนถ่ายสินค้าบนรถบรรทุกและรถไฟ”

วันที่ 2 กันยายน 2559 เวลา 13:00- 17:00 น.

ณ พาซิโอ กาญจนภิเษก

ลำดับ	ผู้เข้าประชุม	หน่วยงาน	ลงชื่อ
1	นายสุรทิน ัญญะผลิน	สมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย	
2	ผศ.ดร.จริณี มณีศรี	นักวิจัยแผนงานวิจัย	
3	ผศ.ชวลิต มณีศรี	นักวิจัยโครงการย่อยที่ 1	
4	นายสมศักดิ์ ศุภกิจชัยศิลป์	บก.ม่งเส้งศักดิ์ชัยขนส่ง	
5	นายสมชาติ คำวิสัยศักดิ์	บก.ส.แก่นนครพัฒนาการขนส่ง	
6	นายทวีศักดิ์ ชวนรุ่งเรือง	บก.หาดใหญ่พงษ์ศิริฟอร์เวตติ้ง	
7	นายชุมพล สายเชื้อ	หจก.บี.เอส.ขนส่ง	
8	นายชินพัฒน์ จารุวิทยานันท์	บก.แพร่-น่านสวรรคขนส่ง	
9	นายสาธิต ผดุงตระกูลวงศ์	บก.รุ่งเรืองกิจเจริญขนส่ง	
10	นายธนรัช กัปปิยจรรยา	บก.นิโอสยามโลจิสติกส์	
11	นายวิจิต อนุนาทรรัตน์	ประกายเพชรบูรณ์ขนส่ง	
12	นายพิทักษ์ พิพัฒนานนท์	หจก.เกรียงฟ้าขนส่ง	

ภาคผนวก ค
รายงานการประชุมนำเสนอผลงาน

รายงานการประชุมนำเสนอผลงาน
โครงการย่อยที่ 1 “การพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ”
หัวข้อ “นำเสนอผลงาน อุปกรณ์ Racking พร้อมวิธีการใช้งาน”
วันที่ 15 มกราคม 2560 เวลา 09:00- 19:00 น.
ณ หอประชุม มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

ผู้นำเสนอผลงาน

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต มณีศรี นักวิจัยโครงการย่อยที่ 1

ผู้เข้าร่วมนำเสนอผลงาน

1. นายสุรทิน ธัญญะผลิน ที่ปรึกษา - สมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรีณี มณีศรี นักวิจัยแผนงานวิจัย

หน่วยงานที่เข้าชมการนำเสนอ

1. สมาชิกสมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย
2. การรถไฟแห่งประเทศไทย
3. กรมการขนส่งทางบก
4. สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ
5. มหาวิทยาลัยศรีปทุม
6. ผู้แทนบริษัทรถบรรทุก

เริ่มนำเสนอ เวลา 09:00 น.

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต มณีศรี นำอุปกรณ์ขนถ่ายฯ (Racking) ต้นแบบที่ 1 ไปร่วมแสดงและนำเสนอผลงานในงานประชุมใหญ่สามัญประจำปีสมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย ประจำปี 2560 โดยอธิบายถึงวิธีการใช้งานอุปกรณ์ วิธีการยกขน วิธีการบรรจุสินค้า วิธีการวางเรียงซ้อน ทั้งนี้ได้รับความสนใจจากผู้บริหารของสมาคม TTLA รวมถึงผู้ประกอบการขนส่งสินค้า และหน่วยงานต่าง ๆ ที่เข้าร่วมในงานวันดังกล่าว

ส่วนประเด็นที่เป็นข้อกังวลของผู้ประกอบการ คือ น้ำหนักของอุปกรณ์ วิธีการขนย้าย และราคาจำหน่าย ทั้งนี้ ผศ.ชวลิต ได้นำเสนอ เรื่องน้ำหนักของอุปกรณ์ ซึ่งในต้นแบบที่ 1 นี้ ยังอยู่ในระหว่างการทดสอบ การปรับปรุงแก้ไขต่อไป จะทำการลดความหนาของเหล็กแผ่นรองด้านล่าง เพื่อให้ น้ำหนักลดลง อย่างไรก็ตามในการใช้งานจริงจะใช้รถโฟล์คลิฟท์ในการยกขน ซึ่งช่วยให้การขนย้ายสะดวกมากขึ้น

ในกรณีราคาต่อชิ้นนั้น ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต มณีศรี กล่าวว่า กรณีผลิตต้นแบบ 2 ตัว สำหรับการทดสอบนั้นมีต้นทุนสูงเนื่องจากผลิตในปริมาณน้อย และยังคงมีการผลิตแบบลองผิดลองถูก เมื่อได้ต้นแบบที่สมบูรณ์แล้วจะทำให้ทราบราคาต้นทุนที่ชัดเจน ซึ่งคาดว่าหากผลิตในปริมาณที่มากพอราคาสามารถลดลงได้ เหลือเพียงตัวละ 6,000 – 7,000 บาท

ภาพบรรยากาศการนำเสนอผลงาน

